جـــــامعة الأزهـــــــــر
كـــلية الزراعـــــــة بالقاهرة
قـــــسم وقـــاية النبـــات
شعبة الحشرات الإقتصــــادية

مبادىء علم الحشرات

تأليف
أعضاء هيئة التدريس
بفرع الحشرات الإقتصادية

جـــــامعة الأزهــــــــر
كـــلية الزراعـــــــة بالقاهرة
قــــسم وقــــاية النبـــات
شعبة الحشرات الإقتصـــــادية

مبادىء علم الحشرات

تأليف
أعضاء هيئة التدريس
بفرع الحشرات الإقتصادية

المحتويات

المقدمة

الحمد لله الذى يصدر بحمده كل كتاب، ويستفتح بإسمه كل باب، وبفضله يتنعم أهل النعيم فى دار الثواب، ثم الصلاة والسلام على رسول الله الأمين الذى إمتن عليه رب العزة فقال بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"وَأَنزَلَ اللَّهُ عَلَيْكَ الْكِتَابَ وَالْحِكْمَةَ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ ۚ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا "

صدق اللَّهُ العظيم

وبعد......

فواجب الإيمان يقتضينا أن نفكر فيما حولنا من عظيم صنع الله، لنزداد إيماناً مع إيماننا يقيناً على يقينن، فرب العزة يأمرنا بذلك فيقول بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"قُلْ انْظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَات وَالْأَرْض "

صدق اللَّهُ العظيم

فإذا ما أمعنا النظر، وأعملنا الفكر، وشحذنا القرائح، وشمرنا عن سواعد الجد، ونصبر على الغور، ونطالع صفحة الكون، لوجدنا أننا نعيش فى عالم يحوى أنواع الكائنات، وإن شئت فقل من أمم المخلوقات، مصداقاً لقول الله تعالى بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

" وَمَا مِن دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَالُكُم ۚ"

صدق اللَّهُ العظيم

وعالم الحشرات يشكل واحدة من هذه الأمم، التى يجل عدد أفرادها عن الحصر، ويفوق عدد أنواعها كل وصف فلا تكاد تجد وسطاً من الأوساط أو بيئة من البيئات إلا ويقطنها أنواع من هذه الكائنات. فكما تُرى أنواعاً تعيش على الأرض تجد أنواعاً أخرى تسبح فى الماء، وأنواعاً ثالثة تمتطى صهوة الفضاء. فقد بلغ ما وصف منها حتى اليوم، ما يزيد عن ثلاثة أرباع الأنواع المعروفة فى المملكة الحيوانية بأسرها، وتتباين الحشرات تبايناً ملحوظاً من حيث أحجامها وأشكالها وعاداتها وكذلك من حيث علاقاتها بالإنسان، حتى إن القرآن الكريم ليبين لنا أن لهذه المخلوقات لغة تتخاطب بها، بل وإن بعضها ليشفق على بعض فقال تعالى بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"قَالَتْ نَمْلَةٌ يَا أَيُّهَا النَّمْلُ ادْخُلُوا مَسَاكِنَكُمْ لَا يَحْطِمَنَّكُمْ سُلَيْمَانُ وَجُنُودُهُ وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ"

صدق اللَّهُ العظيم

وسنحاول قدر الطاقة ووسع الجهد أن نتعرض لجملة من الموضوعات ذات الإرتباط الوثيق وقد راعينا فى طريقة العرض أن نبتعد عن الإختصار المخل، أو الإطناب الممل، مستهدفين تقديم المادة العلمية فى شكل يتيسر معه فهم المقصود للدارس المتخصص ولعشاق المعرفة وهواة الإطلاع.

نقدم على هذا العمل ونحن نستمد العون من الله، نقر على أنفسنا بالعجز والجهل، ونشهد له وحده بالقدرة التامة والعلم المحيط. بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا ۖ إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ"

" رَبِّ اشْرَحْ لِي صَدْرِي* وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي* وَاحْلُلْ عُقْدَةً مِّن لِّسَانِي * يَفْقَهُوا قَوْلِي"

صدق اللَّهُ العظيم

الباب الأول

أولاً:موقع الحشرات فى عالم الحيوان

The position of Insects in the Animal World

إنه لمن المفيد حقاً فى هذا الصدد أن نضع فى إعتبارنا المجموعات الكبيرة التى تكون عالمنا الذى نعيش فيه حتى يتسنى لنا أن نعرف الموقع الذى تحتله طائفة الحشرات

Class: Insecta فى عالم الحيوان. فبالإستقراء العلمى لهذه المجموعة الكبيرة التى يتألف منها العالم (العضوى منها وغير العضوى) تنقسم إلى ثلاثة مجموعات رئيسية، وكل واحدة منها تدعى مملكة ويمكننا بيانها على النحو التالى:

أولا: مملكة المعادن **The Mineral Kingdom**

ثانياً: مملكة النبات **The Plant Kingdom**

ثالثاً: مملكة الحيوان **The Animal Kingdom**

على أن علماء العصر الحديث يضمون لتلك الممالك مملكة رابعة ألا وهى:

رابعاً: مملكة المواد المصنعة أو المُخلقة The Synthetic Kingdom وتضم هذه المملكة الأخيرة جميع المواد التى أمكن تخليقها على غرار ما هو موجود فى كل من مملكة النبات أو الحيوان أو المعادن. ومن أمثلتها الألياف الصناعية مثل Nylon, Rayon and Ascorbic acid حامض الأسكوربيك ومركبات السلفا، ومئات المواد المنتجة الأخربالنافعة.

على أن هذه الممالك الأربعة السابقة ليست منفصلة عن بعضها ولكن بعضها مرتبط تمام الإرتباط ببعض، بل فى غالب الأحيان لا يمكن فصل وظائف بعضها عن البعض الآخر، ولقد جاء فى الرسالة العاشرة لإخوان الصفا وخلان الوفا ما يلى:

" وأما النبات فنقول أن الجنس من الكائنات متصل أوله بالمعادن وآخره بالحيوان" وبيان ذلك: أن أول المرتبة النباتية وأدْوَنهَا مما يلى التراب هى خضراء الدمن آخرها وأشرفها مما يلى الحيوانية هو النخل.

وبهذا القول حاز إخوان الصفا شرف السبق بالإشارة إلى أن عوالم الجماد والنبات والحيوان عوالم متصلة. فأدنى أفراد عالم الحيوان متصل بأرقى أفراد عالم النبات، وأدنى أفراد عالم النبات لا يكاد يميز عن الجماد الملحوظ بشىء ملحوظ.

ومن جهة أخرى. فإن مملكة المعادن تمد مملكة النبات بالعناصر المعدنية اللازمة لنموها، والنباتات بدورها تتحول إلى مركبات غذائية يقتات منها أفراد المملكة الحيوانية كل حسب متطلباته، وتمتاز المعادن بأنها ليست حية Inanimate غير متحركة Inmovable وغير نامية Lacking of growth أما النباتات فتمتاز بالحياة والنمو إن كانت لا تستطيع الحركة والإنتقال

وتمتاز أيضاً بأن منها أنواعاً خناثاً وأنواعاً أخرى وحيدات المسكن Sessile غالباً، وتحصل على غذائها من المواد العضوية وتتناسل.

وتقسم المملكة إلى مميلكات مفردها (مُمَيلَّكةSubkingdom) وتقسم المُمَيلَّكة إلى شعب Phylum مفردها (Phyla) وتنقسم كل قبيلة حيوانية إلى عدد من الأقسام الرئيسية يطلق على كل منها طائفة أو صف Class وتضم المملكة الحيوانية عدداً من الشعب يصل إلى ١٩ شعبة. ومن بين هذه الشعب شعبة مفصليات الأرجل Phylum: Arthropoda التى تنقسم إلى عدد من الصفوف Classes وتعتبر الحشرات صفاً من هذه الصفوف. وسنتحدث عن الحشرات من حيث الشكل الظاهرى، والتشريح الداخلى، مع دراسة موجزة لعلم الأجنة، ثم يلى ذلك عرضاً تصنيفياً عاماً.

ثانياً: خواص الحشرات ومميزاتها العامة

تشترك هذه الكائنات فى خصائص معينة تميزها جميعاً عن غيرها، وفيما يلى عرض وجيز لأهم تلك الخواص:

١- يتكون جدار الجسم من مجموعة من الصفائح الكيتينية الصلبة، التى ترتبط كل منهما بالأخرى، إما بواسطة أغشية رقيقة تتيح لها الحركة، وإما أن ترتفق مع بعضها بإحكام بحيث تكون حركاتها أكثر توافقاً.

٢- لكل منها ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية المنفصلة، ويطلق على الحشرات ذوات الأرجل الست Hexapoda

٣- ويتكون جسم الحشرة من نظام حلقى بحيث تتكون كل حلقة فيه من صفيحة ظهرية Tergum وصفيحة أخرى بطنية Sternum وترتبط هاتان الصفيحتان ببعضهما من كلا الجانبين بغشائين رقيقين يطلق على كل منهما Pleuron ويمكن وضع هذه الحلقات فى مجموعات ثلاثة هى:

(أ) الرأس The head

(ب) الصدر The thorax

(جـ) البطن The abdomen

على نحو ما سنتناوله بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الكتاب.

٤- تمتاز الحشرات بأنها حيوانات جانبية التماثل.

٥- لها المقدرة على تجديد جليدها من آن لآخر أثناء تاريخ حياتها إذا لم يتسع لإستيعاب ما يطرأ عليها من نمو.

٦- تحمل كل واحدة من حلقات الجسم زوجاً من الزوائد المفصلية أثناء المرحلة الجنينية. علماً بأن هذه الزوائد قد يختزل فيما بعد ويبقى البعض الآخر اللهم إلا فى بعض الحشرات عديمة الأجنحة Apterygota مثل السمك الفضى.

٧- للحشرات جهاز دورى علوى الوضع مفتوح، وجهاز عصبى سفلى الوضع، وتجويف دموى Haemocoel.

٨- يتم الإخراج بصفة رئيسية عن طريق أنابيب ملبيجى والمستقيم في معظم الحشرات.

٩- للحشرة قناة هضمية كاملة التكوين، ويلحق بها غدد خاصة للمساعدة فى إتمام عملية الهضم، وذلك مثل الغدد اللعابية.

١٠- يتم التنفس إما عن طريق القصبات الهوائية أو جدار الجسم أو عن طريق أعضاء خاصة متحورة لهذا الغرض.

١١- للحشرات أجهزة حس خاصة.

١٢- للفرد اليافع زوجان من الأجنحة، وقد يختزلان إلى زوج واحد فى حين يتحور الخلفى إلى دبوسى توازن، كما فى الحشرات التابعة لرتبة ذات الجناحين، وقد تكون الحشرة غير مجنحة فى أصل خلقتها كما فى الحشرات عديمة الأجنحة، أو أن يكون غياب الأجنحة نوعاً من التحور تبعاً لمتطلبات المعيشة كأنواع القمل والبراغيث.

ثالثا: العوامل التى ساعدت على إنتشارالحشرات

لقد دلت الحفريات على أن عمر الحشرات على سطح هذه البسيطة يرجع إلى ما يقرب من ٣٠٠ مليون عام، بينما لا يتجاوز عمر النوع الإنسانى مليوناً من الأعوام، ولقد تعرضت الحشرات خلال هذه الرحلة الشاقة والمسيرة المضنية لعاديات الزمان.

ولكن الله الذى خلق فسوى، الذى قدر فهدى، قد منحها من الوسائل والأسباب ما تتغلب به على الأنواء، والنظرة المتأنية على عالم الحشرات تظهر للإنسان العجب العجاب، وفيما يلى نتعرض لذكر أهم تلك العوامل التى ساعدت على إنتشار الحشرات.

١- الموائمة أو التكيف Adaptability

وتعنى هذه الخاصية أن الحشرات تستطيع المعيشة فى مختلف البيئات، وتتغذى على أنواع متعددة من الأغذية والأقوات. فإذا كانت نحلة العسل تزور الأزهار ذات الألوان الجذابة، والروائح العطرية الفواحة، لتجمع قطرات الرحيق الذى فيه الغذاء وفيه الشفاء، فإن يرقانات بعض أنواع الذباب تعيش فى أحواض البترول، فى حين تفضل الجعارين أو الجعال التغذية على الأرواث. وإذا كانت بعض أنواع الخنافس تنخر الأخشاب اليابسة، فلا تندهش إذا علمت أن بعض أنواع الخنافس تستطيع أن تحفر أسلاك الرصاص. وإذا كانت بعض الأنواع تفضل المعيشة فى المياه العذبة، فإن أنواعاً أخرى لا يناسبها إلا الملح الأجاج.

على أن قليلاً من الحشرات تستطيع أن تعيش فى الينابيع التى ترتفع درجة الحرارة بها إلى(٥٠مْ) تقريباً. وتستطيع خنفساء مخازن الأدوية أن تعيش لعدة أعوام داخل زجاجة تحتوى سماً فتاكاً مثل (الأكونيت والبلادونا) دون أن يلحقها أدنى ضرر من تلك المهلكات.

٢- صغر الحجم Small sized

فتتراوح أحجام الحشرات بين ١٠٠/١ من البوصة إلى عدة بوصات ولقد أكسبتها تلك الخاصية قدرة على المعيشة فى أماكن لا تصلح لغيرها من الأحياء، كما ساعدتها على التخفى والإختباء عن أعين الرقباء من الأعداء. كما أن صغر أحجامها يساعدها على سرعة الحركة والطيران، الأمر الذى يجعلها تضرب فى طول البلاد وعرضها طلباً للرزق أوهرباً من بيئة أصبحت غير ملائمة لمعيشتها، وصدق الله العظيم إذ يقول بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُون*ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا" صدق اللَّهُ العظيم

٣- الإصرار Persistence

ويعنى ذلك أن الحشرة لها صبر وجلد، وعزم أكيد على بلوغ هدفها، فالنملة قد تحمل قطعة طعام تفوق أضعاف حجمها، وكلما سقطت منها أصرت على أخذها حتى تخزنها فى نهاية المطاف فى جحرها كرصيد غذائى لها. ويبلغ الإصرار عند بعض الأنواع حداً يكلفها حياتها، وناهيك مثلاً بالفراش المبثوث يغريه ضوء المصباح، فلا يلبث أن يتهافت عليه ولذلك يضرب به المثل فيقال تهافت الفراش، والذباب كلما ذب آب أى كلما طرد رجع.

٤- مقدرتها الفائقة على التكاثر Reproductive potential

تتميز الحشرات عن غيرها من الكائنات فى هذا المضمار، ومن الأمثلة الإفتراضية التى تبين القدرة التناسلية الفائقة للحشرات أننا لو سمحنا لزوج من ذبابة الدروسوفيلا بالتكاثر تحت أنسب الظروف ووفرنا مثل تلك الظروف للذرية الناتجة، لأصبح حجم الذباب الناتج فى نهاية العام يُكون كرة تمتد من الأرض إلى الشمس.

٥- وسائل دفاعها المختلفة

قد زود الله تعالى هذه المخلوقات الضعيفة بوسائل مختلفة تدافع بها عن أنفسها، فحينما يشعر بعضها بالخطر يلجأ إلى إستخدام الدفاع السلبى فيلزم نفسه الصمت التام يكف عن الحركة فلا ينبس ببنت شفة، وذلك مثل أنواع كثيرة من الخنافس التى تتبع رتبة غمدية الأجنحة، وبعض يرقانات الحشرات حرشفية الأجنحة، وقد يلجأ البعض الآخر إلى ترك مكان الخطر لائذاً بالفرار. أما الحشرات التى لا ترضى بهذا الأسلوب أوذاك فتستخدم الدفاع الإيجابى، فتتعامل مع العدو على الفور مهما كانت قوته، فلو أن النحلة هاجم عشها إنسان لأخرجت آلة اللسع من جرابها، ولما ترددت فى أن تذيقه من سمها، علماً بأن هذا العمل سيكلفها حياتها، أما بعض أنواع البق فتفرز فى مثل تلك الحالات مواد منفرة أو مهيجة، فنمل الخشب لا يلسع ولكنه عندما يقتحم عدو عشه، فإن النملة تثنى بطنها بين أرجلها وترش حمض النمليك، وهو مادة مهيجة. أما الخنفساء القاذفة والتى تعيش عادة تحت الطباشير، فإن فى إستطاعتها إطلاق غاز سام عندما يتعقبها عدو، ويتكون هذا السم من سائلين ترتفع درجة حرارتهما عند إمتزاجهما، ويحدثان إنفجار ذات صوت يشبه أصوات الطلقات النارية المتعاقبة. وحينما يلجأ الإنسان إلى حفرة أو خندق أثناء غارة حربية، فأيهما أذكى؟ الإنسان أو الخنفساء التى التزمت مثل هذا الصمت وهذا السكون؟. بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"مَّا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَٰنِ مِن تَفَاوُتٍ" صدق اللَّهُ العظيم

٦- الحشرات جند من جند الله

لقد أبى الله تعالى إلا أن ينصر بالسبب الضعيف والحشرات على ما هى فيه من ضعف متناه، هى جند من جند الله (**وَمَا يَعْلَمُ جُنُودَ رَبِّكَ إِلَّا هُوَ**) يسلطها على من يشاء من عباده الغاوين، فما الذى أودى بحياة النمرود؟ إنها بعوضة. وبماذا عاقب الله بنى إسرائيل؟ أرسل عليهم الجراد والقمل فأهلك زروعهم وأفسد ضروعهم، ويوم أن أمعنت قريش فى عدائها لرسول الله- صلى الله عليه

وسلم- وكتبت وثيقة المقاطعة وعلقتها على ظهر الكعبة، سلط الله على هذه الوثيقة دابة الأرض (الأرضة) فالتهمتها وكانت سبباً فى فض الحصار ولوأردنا أن نحيط بجوانب هذا الموضوع لما اتسع المقام لغيره.

وهناك عوامل أخرى لا دخل للحشرات فيها تساعد على هذا الإنتشار، بل إن هذه العوامل من صنع الإنسان نفسه، وهذه العوامل يمكن حصرها فيما يلى:

أ- سعى الإنسان الدائب لاستغلال الظروف البيئية وتهيئتها لصالحه. وقد أدى ذلك إلى تهيئة الظروف المناسبة لنشاط كثير من الحشرات فازدادت أعدادها، سواء منها ما يتغذى على المزروعات أو ما يتطفل على الحيوانات التى يستأنسها أو ما يتخصص على إصابة المخزونات من حبوب ومواد غذائية وسجاد وغير ذلك.

ب- التقدم الهائل فى وسائل المواصلات براً وجواً وبحراً قد ساعد على إنتقال الحشرات من مواطنها الأصلية إلى مواطن جديدة وبعيداً عن أعدائها الطبيعية التى كانت تجابهها فى مواطنها الأصلية مما أدى إلى تزايد هذه الحشرات تزايداً هائلاً.

ت- أدت الرعاية الصحية وتزايد السكان وكثرة الطلب على المواد الغذائية إلى الإهتمام بالزراعة وتوسيع رقعتها وتحسين إنتاج المحاصيل الزراعية كماً ونوعاً وقد هيأ ذلك الظروف المواتية لكثير من الحشرات للإنتشار والتكاثر.

ث- التقدم العلمى وإنشاء الكثير من الجامعات ومراكز البحوث، ووضع تلك المؤسسات العلمية فى خدمة المجتمعات القائمة بها أدى ذلك إلى نقل الحشرات من مكان لآخر أو إلى الأماكن المستزرعة حديثاً مما فتح مجالاً كبيراً لإنتشار الحشرات.

ج- وإلي جانب الأسباب السابق ذكرها والتى تتعلق بالحشرات نفسها توجد أسباب أخرى تساعد الحشرات علي الانتشار منها

ح- وسائل المواصلات الحديثة مثل السفن والطائرات تساعد علي انتقال الحشرات إلي أماكن لا تستطيع الوصول إليها بمفردها نظراً لوجود حواجز طبيعية مثل الجبال والصحارى والمحيطات والبحار .

خ- نقل الأسمدة البلدية إلي الأراضى الصحراوية بغرض استصلاحها لتساهم في انتقال بعض الحشرات مثل أنواع الجعال.

د- جهل المزارعين بطبائع الحشرات وطرق مكافحتها.

وعموماً: فإن الحشرات كأى كائن حى تتحكم فيه عدة عوامل معاكسة تؤثر على إنتشارها وتوزيعها فى بيئة ما ونجاح هذه الحشرات عن طريق الإقتدار الحيوى لها فى مقاومة هذه العوامل فيما يعرف بالتوازن الطبيعى Natural balance.

رابعاً: التوازن الطبيعى:Natural balance

تخضع الحشرات كأى كائن حى لقانون التوازن الطبيعى الذى يحتم ألا يطغى أحد هذه الكائنات على كائن حى آخر، أو غيره من الكائنات الحية. ويتحكم فى التوازن الطبيعى لأى كائن حى مجمعتان رئيسيتان من العوامل هما:

أولاً: عوامل الإقتدار الحيوى Biotic potential وتشمل:

١- الإقتدار التناسلى Reproductive potential
٢- الكفاءة المعيشية أو البقائية Survival potential

ثانياً عوامل المقاومة البيئية: Environmental resistance وتشمل:

١- عوامل طبيعية: Physical factors
٢- عوامل حيوية: Biotic factors أو العوامل الغذائية Trophic factors وتشمل:
أ- مقدرة الحشرة على التغذية Nutritive potential
ب- الأعداء الطبيعية Natural enemies
ت- المنافسة Competition

ويظهر من هذا أن التركيب المكون من تفاعل عوامل الإقتدار الحيوى للحشرة وعوامل المقاومة البيئية لها، يعمل على إيجاد حالة من التوازن الطبيعى، وهذه الحالة لا تزيد فيها أو تنقص أعداد الحشرة إلا فى حدود معينة، وهذا يعنى أن تأثير عومل الإقتدار الحيوى التى تعمل على زيادة أعداد الحشرات فى البيئة باستمرار يتعادل مع تأثير عوامل المقاومة البيئية التى تعمل على القضاء على الحشرة وتكون النتيجة النهائية لها ثبات أعداد الحشرة وتحقيق التوازن الطبيعى.

ودرجة انتشار حشرة ما فى بيئتها هى قياس لنجاح الحشرة فى التغلب على العوامل المقامة لها، والتى تتحدى وجودها فى تلك البيئة، فإذا كان انتشار الحشرة محدوداً، دل ذلك على أن المقاومة البيئية لها قوية، أما إذا كان انتشارها واسعاً فإن ذلك يدل على أن أسلحة دفاع هذه الحشرة الممثلة فى اقتدارها الحيوى أقوى من عوامل المقاومة البيئية لها.

وعموماً يتوقف انتشار الآفات الحشرية وتكاثرها. على قدرتها على المعيشة والتكاثر والتوالد وزيادة أعدادها وبقائها، ويعرف ذلك بالإقتدار الحيوى أو الكفاءة الحيوية Biotic potential.

أولاً: عوامل الإقتدار الحيوى Biotic potential

وينقسم الإقتدار الحيوى لأى نوع من أنواع الحشرات إلى:

١- الإقتدار التناسلى Reproductive potential

وهى قدرة الحشرة على انتاج نسل كثير العدد وذلك عن طريق:

أ- الكفاءة التناسلية Reproduction rate

وهى عبارة عن المقدرة التناسلية للإناث على وضع البيض، فبعضها يضع عدداً وفيراً من البيض مثل ملكة النمل الأبيض فى المناطق الإفريقية الإستوائية حيث تضع ما يزيد على عشرة ملايين بيضة فى السنة، ويقدر ماتضعه فى عشر سنوات وهى مدة حياة الملكة بمائة مليون بيضة والتى تعطى فائضاً مناسباً من البيض لتواجه به عناصر المقاومة البيئية فى حين أن بعض الحشرات تضع عدداً قليلاً من البيض ولكن تعوضه بطرق أخرى فمثلاً بعض الطفيليات من رتبة غشائية الأجنحة يتضاعف عدد الأجنة فى البيضة الواحدة فتنتج حوالى مائة فرد بدلاً من فرد واحد، وتعرف هذه الظاهرة بتعدد الأجنة Polyembryony بينما تحمل ذبابة تسى تسى البيض فى مهبلها حتى يفقس وتتربى اليرقات داخل جسم الأنثى وتولد اليرقة كاملة النمو، وما تلبث أن تتحول إلى عذراء، وفى ذلك ضمان لنجاح التكاثر.

ب- النسبة الجنسية Sex ratio

وهى نسبة كل من الإناث إلى الذكور الناتجة فى جيل ما من أجيال حياة الحشرات، وأبسط النسبة الجنسية فى كثير من الحشرات هى أن يكون عدد الذكور مساوياً لعدد الإناث فى النوع الواحد (١:١) ومن المعروف أن التكاثر يزداد عندما يكون معظم الأفراد من الإناث، وفى الحشرات قد يفوق عدد الإناث عدد الذكور أو قد توجد الذكور بأعداد قليلة أو قد تنعدم بالمرة أو يقتصر وجود الذكور على أوقات معينة من السنة تبعاً لإحتياجات حياتها والعومل البيئية المحيطة بها ومثال ذلك بعض أنواع المنْ حيث تتكاثر جنسياً (ذكور وإناث) وتضع بيضها فى الشتاء، ثم تتكاثر بكرياً خلال الربيع والصيف وتضع إناثاً فقط.

جـ- طول مدة الجيل Duration of generation

تختلف دورة حياة الحشرات بإختلاف الأنواع، فبعضها يحتاج لفترة نمو قصيرة وتكمل دورة حياتها فى مدة بسيطة مثل حشرة المنْ التى تكمل دورة حياتها فى فترة أسبوع فى المتوسط وللحشرة حوالى ٥٢ جيل فى السنة، بينما نجد أن دبور الحنطة المنشارى وبعض ناخرات الأخشاب تكمل دورة حياتها فى سنة. فى حين نجد بعض أنواع الجعال يستغرق الجيل الواحد ثلاث سنوات، وعموماً فإنه كلما قصرت مدة الجيل فإن ذلك يعطى النوع فرصة أكبر للبقاء.

د- تعدد طرق التكاثر Reproduction multiple methods

تتكاثر الحشرات بطرق مختلفة تشمل التكاثر الجنسى واللاجنسى، وبعضها يلد أحياء ومنها ما تستطيع أطواره غير الكاملة أن تتكاثر، وكل ذلك يعطى هذه الكائنات قدرة على التناسل وبالتالى إمتداداً حيوياً يمكنها من مواجهة الظروف البيئية المناوئة.

٢- الكفاءة المعيشية أو البقائية Survival potential

زود الله تعالى الحشرات بأسلحة تدافع بها عن بقائها ضد ظروف البيئة التى تعيش فيها، وقد تطورت هذه الأسلحة بتطور الحياة سواء على الأرض أو فى الماء حتى وصلت إلى الصفات والخواص التى يتميز بها كل نوع من أنواع الحشرات، وتتلخص أسلحة البقاء بالنسبة للحشرات والتى يطلق على مجموعها الإقتدار البقائى وهى كما يلى:

أ- الحجم والشكل والتركيب Structure, shape and size

١- يعتبر الصغر النسبى لحجوم الحشرات أحد العوامل الهامة التى تساعدها على الإختباء عن أعين أعدائها، حيث تلجأ إلى الشقوق والأنفاق الطبيعية وكل ذلك يحول دون تعقب أعدائها لها، فضلاً عن تعذر رؤيتها لها، أضف إلى ذلك كله أن الأطوار اليرقية للكثير منها تقضى فترة حياتها داخل المواد الغذائية والنباتية والحيوانية التى تتغذى عليها كالحبوب والبقول والأوراق والسيقان وغيرها مما يتيح لها فرصة أكبر من فرص الحياة.

٢- تتشكل اليرقات بما يتناسب مع الوسط الذى تعيش فيه والذى يجعلها غير ملفتة للأنظار.

٣- يساعد تركيب الحشرة المفصلى على الحركة وسرعة تحولها وإختبائها فى الشقوق الضيقة كما أن الأجنحة تساعدها على الطيران والإنتقال لمسافات طويلة.

ب- سهولة التطبع Adaptation is available

يمكن للحشرات المعيشة فى أماكن مختلفة وعلى عوائل متعدده فهى تساير الطبيعة وتتغلب على صعوبات الحياة.

جـ- النشاط والمثابرة Persistence and activity

تمتاز الحشرات بنشاط عجيب ومثابرة فى السعى على الرزق (كما ذكر سابقاً)

د- المحاكاة أو التشبه Miming or resembling

وهذه الظاهرة منتشرة بين الحشرات وذلك بأن تشبه الحشرة شكل جزء معين من أجزاء الوسط الذى تعيش كفرع أو شوكة مثلاً، أو تتخذ وضعاً معيناً تكسبها شكل الجزء الذى تتشبه به تماماً، فمثلاً لون أجنحة الفراشات الرمادى يخفيها عن أعدائها عندما تستريح على قلف الأشجار الرمادى، وتشبه يرقات بعض الديدان القياسة الأعضاء التى توجد عليها فتمسك بأرجلها الخلفية أحد الأفرع الرفيعة وتمسك بباقى جسمها الفرع الآخر.

هـ- التسلح وحماية النسل Protection of offspring and armament

تحرص الحشرات على حماية ذريتها بوضع البيض فى أماكن يتوافر فيها الغذاء ويكون بعيداً عن متناول أعدائها الطبيعية، فتضع حشرة الحفار (كلب البحر) بيضها فى غرفة كالقش فى التربة فى نهاية أحد الأنفاق التى تصنعها والذى يسمى بنفق الحراسة، تبقى الأنثى فى نفق الحراسة دون طعام حتى يفقس البيض، كما تتسلح بعض الحشرات وتحمى نفسها بآلة لسع كالزنابير ونحل العسل

أو بإفرازات كريهة الرائحة كالبق أو بإنتاج إفرازات سامة من شعر خاص على جسمها كما فى بعض يرقات حرشفية الأجنحة (كما سبق ذكر ذلك).

و- **تعدد العوائل Host multitude**

الحشرات التى تتغذى على عوائل عديدة لها القدرة على البقاء والتكاثر وتكون أوسع إنتشاراً من الحشرات وحيدة العائل.

ز- **الهجرة Migration**

بعض الحشرات تهاجر من مناطق غير ملائمة لها مثل الظروف البيئية الغير مناسبة لتكاثرها، أو التخلص من أعدائها الطبيعية.

أما العوامل التى تحد من تكاثر وانتشار الحشرات، وتقلل من إقتدارها الحيوى وهى الطرف الثانى للتوازن الطبيعى فتسمى بعوامل المقاومة البيئية Environmental resistance.

ثانياً: عوامل المقاومة البيئية Environmental resistance

وهى العوامل التى تقلل من سرعة تكاثر وانتشار الحشرات، والفرق بين العدد الكلى الذى تنتجه أى حشرة بفضل كفاءتها الحيوية والعدد الموجود فى الطبيعة والذى يشاهد فعلاً هو عباره عن مقدار ما فقد بسبب مقاومة البيئة، وتقسم العوامل البيئية المؤثرة إلى:

أ- العوامل الجوية من حرارة ورطوبة وأمطار وضغط جوى ورياح وإشعاع شمسى وإشعاع أرضى وسحاب وضوء قمر...إلخ، بالإضافة إلى عوامل التربة والماء والعوامل الطوبوغرافية المحايدة.

ب- العوامل الحيوية والتى تشمل الغذاء وعوامل التغذية والأعداء الحيوية والهجرة والإنتشار والتزاحم والتنافس.....إلخ.

ولذلك فإن العوامل البيئية المؤثرة هى مجموعة القوى الحقيقية المؤثرة فى الوسط المحيط بالكائن الحى، والتى يستجيب هذا الكائن الحى إلى كل منها على حدة من جهة وإلى مجموعها المتشابك من جهة أخرى إستجابة معينة.

١- مجموعة العوامل الطبيعية Physical factors

أ- العوامل المناخية Climatic factors

١- الحرارة Temperature

من المعروف أن الحشرات من ذوات الدم البارد التى تتبع درجة حرارة أجسامها حرارة الجو المحيط بها، وتتغير درجة حرارة الجسم حسب درجة حرارة الوسط فى حدود معينة، وعموماً فإن الحشرات تكون نشطة فى درجات الحرارة المرتفعة والمناسبة حيث تنمو وتتغذى وتتكاثر، ويعرف مجال درجة الحرارة بمنطقة النشاط الحرارى Zone of effective temperature،

وبإرتفاع درجة الحرارة خلال هذه المنطقة يزداد نشاط الحشرة حتى تصل إلى نقطة معينة تعرف بمنطقة الحرارة المثلى Optimum temperature وهى المنطقة الملائمة لنمو وتكاثر الحشرة وهذه المنطقة الملائمة لها حد أدنى وحد أعلى ويعرفان بالحد الأدنى والحد الأقصى للنشاط الحرارى حيث يليها أعلى ويسبقها أقل درجات الحرارة التى تؤثر على الحشرة فتصبح غير نشطة، ويمكن أن يؤدى إرتفاع درجة الحرارة أو إنخفاضها إلى حد معين إلى موت الحشرة مباشرة، وتعرف هاتين المنطقتين بمنطقتى الحرارة المميتة أو منطقة البرودة المميتة.

وقد إهتم الحشريون بعلاقة الحرارة بنشاط الحشرات وحياتها لما فى ذلك من أهمية إقتصادية، وهى من أكثر النواحى التطبيقية التى لاقت نجاحاً فى مقاومة آفات الحبوب المخزونة برفع درجة حرارة الحبوب إلى (٦٢.٥مْ) فتكون هذه الدرجة كافية لتعقيم المواد المخزونة من الحشرات فى مدة ٥ دقائق، كذلك تعامل بذور القطن لقتل ديدان اللوز بداخلها إذا تعرضت البذور المصابة لدرجة حرارة من(٥٥-٥٨مْ) لمدة خمس دقائق، ويرجع تأثير درجات الحرارة العالية إلى فقدان الماء بالتبخير وإلى تجمد البروتوبلازم، وكذلك تموت الحشرات فى درجات الحرارة المنخفضة بسبب تجميد ماء أجسامها، وتتوقف مقاومة الحشرات للبرودة على نسبة الماء الحر القابل للتجمد الموجود بها إلى المحتوى الكلى من الماء فكلما ارتفعت هذه النسبة كلما كانت الحشرة أقل مقاومة للبرودة، كذلك تتوقف مقاومة الحشرات للبرودة على كمية المواد الدهنية المخزنة فى الحشرة، حيث إنها تعمل كطبقة عازلة تساعد على مقاومة البرودة.

٢- الرطوبة Humidity

تتأثر الحشرات برطوبة الوسط الذى تعيش فيه، فالحشرات الأرضية تتأثر برطوبة التربة وحشرات الحبوب المخزونة تتأثر برطوبة الغذاء وعموماً تؤثر درجات الرطوبة المختلفة على الحشرات فهناك مجال من الرطوبة تكون أكثر ملائمة لنمو وتكاثر الحشرات ، حتى تصل إلى الرطوبة المثلى وهى أفضل درجة رطوبة نسبية لتكاثر الحشرات وأكثرها ملائمة لنموها وفيها تكون الحشرات فى قمة نشاطها وبازدياد الرطوبة أو نقصها عن المجال الأمثل لنشاط الحشرة يقل نشاط الحشرة حتى تصل إلى منطقة تصبح فيها الحشرة غير نشطة ويتبع ذلك موت الحشرة وتسمى هذه المنطقة بمنطقة الرطوبة المميتة أو منطقة الجفاف المميت وتستغل هذه الظاهرة من الوجهة التطبيقية، فنجد أن رى الأراضى الشديدة الجفاف يزيد نسبة الحياة فى دودة اللوز القرنفلية التى تعيش فى اللوز الجاف فى التربة ولكن رى الأراضى الرطبة ينقص من حياتها، الحبوب المخزونة تكون أقل تعرضاً للإصابة بالسوس إذا كانت رطوبة الحبوب منخفضة وتحتاج الحشرات إلى نسبة رطوبة فى الحبوب لا تقل عن ١٠% حتى تتمكن من إستمرار حياتها ويعلل تأثير الرطوبة على الحشرات بتركيز سوائل الجسم، فإذا كانت سوئل الجسم مخففة نتيجة لوجود نسبة كبيرة من الماء، وتعريض الحشرة للجفاف يزيد من سرعة تبخر الماء الزائد ويساعد على نشاط الحشرة. كما يؤدى الجفاف بعد ذلك إلى إرتفاع معدل فقدان الماء بالتبخر ويزيد تركيز السوائل إلى درجة قد تميت الحشرة، ومع أن لكل من الحرارة والرطوبة النسبية تأثيراً مستقلاً على الحشرات فإن لهما تأثيراً مشتركاً على الحشرات من حيث النمو والتكاثر، والواقع العملى يؤكد صعوبة

الفصل بين تأثير كل من هذين العاملين فى الطبيعة، كما أن الرطوبة النسبية للجو تتوقف إلى حد كبير على درجة الحرارة.

ويتضح أن الجو الدافىء المعتدل الرطوبة هو أحسن الأجواء لحياة الحشرات فمثلاً ارتفاع نسبة الرطوبة فى الجو فى أشهر الصيف الحار يؤدى إلى زيادة الإصابة ببعض الحشرات مثل دودة اللوز القرنفلية وثاقبات الذرة والمنْ غير ذلك.

٣- تأثير الرياح (سرعة وحركة الهواء واتجاهه) على الحشرات

Effect of winds on the insects

الهواء ليس له تأثير مباشر على نمو الحشرات وتطورها إلا أنه قد يؤثر بطريق غير مباشر لإرتباطه بالرطوبة الجوية ومعدل تبخر الماء من جسم الحشرة بالإضافة إلى تأثير اتجاه الهواء وسرعته على درجة الحرارة السائدة فى البيئة وبالرغم من ذلك فإن الهواء قد يؤثر تأثيراً مباشراً وملحوظاً على نشاط الحشرات (الأنواع المجنحة منها) وكذلك انتشارها وتوزيعها وخاصة الحشرات صغيرة الحجم الرهيفة كالمن والتربس.

ومن الأمثلة الواضحة على تأثير الهواء التوزيع الواسع والإنتشار الشديد لحشرات البق الدقيقى والمن والهاموش والخنافس الصغيرة الحجم والحشرات القشرية كما تؤثر الرياح تأثيراً ميكانيكياً بالقضاء على كثير من الحشرات عن طريق نقلها إلى بيئات جديدة غير ملائمة لها غذائياً أو تناسلياً.

٤- الضوء Light

تختلف استجابة الحشرات للضوء باختلاف الأنواع بل تختلف باختلاف الإستجابة للضوء من طور لآخر فى النوع الواحد، فكثير من الحشرات لا تظهر نهاراً فى ضوء الشمس بل تختبىء داخل الأنفاق أو فى التربة وبالتالى يقل نشاطها وضررها، وهناك بعض الحشرات يزداد نشاطها وحركتها فى الضوء. فى بعض الحالات تؤثر شدة الضوء على تكاثر الحشرة ففى الضوء الخافت يتكاثر المن جنسياً. أما فى الضوء الشديد يتكاثر المن بكرياً ويؤثر عامل الحرارة مع الضوء على إنتاج الأفراد المجنحة ولهذا تلجأ الحشرات فى الخريف (إنخفاض الحرارة وقصر النهار وقلة الغذاء) إلى انتاج أفراد مجنحة للإنتقال إلى عوائل نباتية أخرى، ويحدث هذا أحياناً بصرف النظر عن الحالة الضوئية.

٥- الضغط الجوى Pressure

تدل التجارب على أن الحشرات لها القدرة على تحمل الضغوط المنخفضة والتى تقل كثيراً عن الضغوط الجوية التى تتعرض لها فى الطبيعة بعضها لها المقدرة على أن تعيش فى أجواء مفرغة تماماً لمدد تتراوح بين بضعة ساعات وعدة أيام، على العكس من ذلك بعض الحشرات لها القدرة على تحمل الضغوط الشديدة جداً مثل الحشرات التى تعيش فى أعماق البحار والأنهار وهذا يعنى

أن الحشرات تتمتع بمقدرة فائقة على تحمل التقلبات البعيدة المدى فى الضغط مما يجعل أقصى التقلبات الطبيعية فى هذا العامل غير ضار بالحشرات ضرراً مباشراً يستفاد منه إقتصادياً.

٦- عوامل التربة Edaphic factors

تتميز التربة كبيئة عن غيرها من البيئات نظراً للظروف الخاصة التى تسود سطحها أو باطنها، وحشرات التربة هى التى تعيش سواء على سطح التربة أو فى باطنها أو لتى تمضى طوراً من أطوار حياتها فى التربة وتقدم التربة للآفات التى تعيش فيها وتسكنها أمثل الظروف البيئية من رطوبة وحرارة وتهوية مما يحافظ على النشاط الحيوى لهذه الحشرات وذلك مثل كثير من الحشرات الغضة التى تعيش فى التربة فلو أجبرت هذه الحشرات على ترك التربة لسبب أو لآخر لتعرضت لظروف قاتلة لها. وعوامل التربة التى تؤثر على الحشرات تتكون من:-

رطوبة التربة: فاستجابة حشرات التربة لعوامل الرطوبة متباينة، فمثلاً الديدان السلكية تعيش فى تربة قليلة الرطوبة نسبياً عن تلك التى تحتاجها ديدان الأرض أما معظم الحشرات اليافعة فقد تتحمل المعيشة فى تربة ذات جفاف مناسب كبعض أنواع الخنافس التى لها القدرة على الحفر فى التربة، فهذه الحشرات تشاهد متجمعة فوق التربة بعد غروب الشمس عندما يكون الجو أكثر تشبعاً بالرطوبة.

تركيب التربة أو قوامها: وهى من العوامل الهامة بالنسبة للحشرات الحافرة فيوجد فى التربة الرملية كثير من الحشرات غمدية الأجنحة وهناك حشرات لا تعيش إلا فى تربة حسنة الصرف.

حرارة التربة: يؤثر ارتفاع حرارة التربة على الحشرات فتؤدى إلى الهجرة الرأسية فى التربة حيث تتعمق بعيداً عن الحرارة والجفاف وهناك علاقة أساسية بين النبات وبين حشرات التربة التى ينمو عليها النبات، وعملياً الخدمة التى تجرى للتربة من عزيق وحرث أو تسميد أو خف للنباتات كل هذا يعرض حشرات التربة لظروف غير مناسبة لها فيهلك معظمها.

ب- العوامل الحيوية Biotic factors

وهى مجموعة الظروف المحيطة بالحشرة والتى تتحكم فى درجة توزيعها وانتشارها وأعدادها فى البيئة ويطلق عليها العوامل المنظمة أو العوامل المتحكمة أو العوامل المميتة المعتمدة على الكثافة وتنقسم العوامل الحيوية إلى ثلاثة أقسام.

١- العوامل الغذائية Trophic factors

ترتبط الحشرات والنباتات الموجودة فى بيئة ما ارتباطا قوياً بعضها من ناحية كما يرتبط كل منها بالوسط الذى تعيش فيه من ناحية أخرى وعموماً تعتمد الحشرات على النباتات فى النواحى الآتية:

أ- النباتات غذاء للحشرات إما مباشرة أو بطريق غير مباشر ويعتمد ذلك على الذخيرة الغذائية الصالحة منها.

ب- النباتات تعتبر مأوى ومصدر حماية لكثير من الحشرات كما أنها تعمل على تحسين الظروف الطبيعية المحيطة بالحشرات، وتعتبر المواد الغذائية الموجودة فى النباتات كمواد غذائية للحشرات بالإضافة إلى بعض الصفات الظاهرية كالملمس والقوام، والذى يساعد الحشرات فى التعرف على غذائها ويلى ذلك قبول الحشرة لهذا الغذاء أو رفضه، ومن أهم مميزات الغذاء المناسب للحشرة أن يكون جاذباً للحشرات، وأن يكون مقبول الطعم وغير سام وأن تكون الصفات الظاهرة لا تعوق الحشرة عن التغذية كوجود مواد شمعية أو فللينية أو شعيرات، وأن يكون متكاملاً من حيث احتوائه على جميع الإحتياجات الغذائية، وأن الغذاء الغير مناسب للحشرة هو الغذاء الذى تتوافر فيه عكس هذه المميزات المذكورة.

ويمكن تقسيم الحشرات من حيث مصادر حصولها على الغذاء إلى حشرات آكلة النباتات وحشرات آكلة اللحوم، وحشرات كانسة وحشرات تعتمد فى تغذيتها على مواد خاصة، فنجد أن العائل النباتى يؤثر على سرعة تكاثر بعض أنواع المن فما تنتجه أنثى واحدة من الحشرات العديمة الأجنحة تختلف باختلاف العائل وهذا الإختلاف ناتج عن تأثير العصير الخلوى للنباتات المختلفة على عملية التمثيل الغذائى فى الحشرات، كذلك تحتاج بعض الحشرات فى نموها إلى وجود فيتامينات فى غذائها وأن النمو التام لهذه الحشرات لا يحدث إلا إذا احتوى الغذاء على الفيتامينات. كما توجد بعض الكائنات الحية الدقيقة التى تتبادل المنفعة مع الحشرات مثل الحيوانات الأولية التى تعيش فى أحشاء بعض أنواع النمل الأبيض الذى يتغذى على الخشب والتى تحلل السليولوز وإذا حرمت هذه الحشرات من البروتوزوا فإنها تموت.

٢- المنافسة Competition

المنافسة تكون نتيجة لوجود تماثل فى إحتياجات مجموعة من الكائنات الحية التى تعيش مع بعضها فى منطقة محدودة فيضاد بعضها ويستفيد الآخر وبذلك ينشأ عن التنافس بعض الصور المختلفة للعلاقات المتداخلة التى تعمل على تقليل أعداد نوع معين فى بيئة ما، والمنافسة لا تتم إلا على نفس المستوى الغذائى فمثلاً التطفل فى حد ذاته لا يعتبر صورة من صور المنافسة. ولكن من جهة أخرى فإن التطاحن بين المتطفلات على السكن داخل عائل ما يعتبر نوعاً من التنافس، وتأثير التنافس يتزايد بزيادة أعداد النوع، أى أنه عامل يعتمد على كثافة المجموع الحشرى وتعتمد نظرية المنافسة على أنه كلما قربت الإحتياجات بين الأفراد كلما اشتدت المنافسة.

٣- الأعداء الطبيعية Natural enemies

تتعرض الحشرات للأعداء الطبيعية التى تعمل على الحد من تكاثرها وانتشارها، وإيجاد التوازن بينهما، وتحت الظروف الطبيعية تعيش الأنواع المختلفة من الحشرات فى حالة توازن طبيعى بمعنى أنه توجد عوامل تساعد الحشرة على زيادة أعدادها مثل قدرتها على التكاثر السريع، وتوفير الغذاء المناسب لها ووجود ظروف جوية ملائمة لنموها وتكاثرها، كما توجد أيضاً عوامل معاكسة تقلل من أعدادها نثل الأعداء الطبيعية الموجودة فى البيئة ووجود ظروف بيئية غير ملائمة وعدم وفرة الغذاء ومحصلة العوامل المساعدة والمعاكسة هو حالة التوازن الطبيعى بين أعداد أنواع

الحشرات وغيرها من الكائنات الحية وقد أدى تدخل الإنسان الذى حاول زيادة المزروعات وتبادل التجارة من مكان لآخر إلى نقل بعض الآفات من موطنها الأصلى إلى أماكن جديدة خالية من الأعداء الطبيعية مما أتاح لبعض الحشرات الفرصة للزيادة المطردة وتشمل الأعداء الطبيعية الحيوية الآتى:

أ- الطفيليات والمفترسات Predators and parasites
ب- مسببات الأمراض Pathogens or diseases ومسببات الأمراض قد تكون فطرية Fungal أو بكتيريا Bacteria أو فيروسية Viral أو أميبا Amebic.

الإفتراس Predatism هو مهاجمة حشرة ما أو أحد أطوارها لحشرة أخرى أو طور من أطوارها والتغلب عليها ثم التغذية عليها وتسمى الحشرة المهاجمة بالمفترس Predator والأخرى بالفريسة أو الضحية Prey وتقتل الفريسة عادة بعد مهاجمتها بفترة قصيرة وقد تحتاج الحشرة المفترسة إلى التغذية على عدة أفراد من العائل لكى تمدها بالغذاء الكافى لإكتمال نموها، ولا يقتصر الإفتراس على اليرقة والحورية بل قد تكون الحشرة الكاملة مفترسة مثل خنفساء الكالوسوما وغالباً ما يكون المفترس أكبر حجماً وأكثر نشاطاً وقوة من الضحية أو الفريسة.

التطفل Parasitism وهو أن يعيش كائن حى يسمى طفيل Parasite بصفة مؤقتة أو دائمة على جسم كائن آخر (عائل) وهذا يسم بالتطفل الخارجى أو داخله ويسمى بالتطفل الداخلى ويحصل الطفيل على غذائه من العائل وفى التطفل يلازم طور من أطوار الحشرة (غالباً الطور اليرقى) طوراً من أطوار حشرة أخرى ويعتمد عليها فى معايشته ولا يشترط موت العائل نتيجة التطفل ولو أنه يحدث الموت فى أغلب الأحيان. وقد يوجد التطفيل متطفلاً على البيضة أو على اليرقة أو على العذراء أو على الحورية أو على الحشرة الكاملة أو قد يوجد متطفلاً على طورين من أطوار العائل مثل طفيل البيضة واليرقة أو طفيل اليرقة والعذراء أو طفيل العذراء والحشرة الكاملة.

مسببات الأمراض Pathogens هى كائنات حيوية هامة تساعد على تنظيم أعداد الكثير من الآفات الحشرية وقد تصل أهميتها إلى حد الإحتفاظ بأعداد الآفة أ الحشرة دون مستوى الضرر الإقتصادى، وتكون أكثر وضوحاً كعومل منظمة لأعداد الحشرات بالإضافة إلى أن مسببات الأمراض تؤدى إلىالموت المباشر لعوائلها فقد تتداخل فى عمليات تطور الحشرات وتكاثرها وتقلل من مدى مقاومتها للتعرض للطفيليات والمفترسات ومسببات الأمراض الأخرى.

الباب الثانى

الشكل الظاهرى Morphology

الفصل الأول

جدار الجسم The integument

وهو الطبقة الخارجية لجسم الحشرة ويتكون من البشرة والجليد ويعد جدار الجسم سمة من سمات مفصليات الارجل كما ويعد مسؤولاً عن نجاح الحشرات كحيوانات ارضية ويوفر الدعامة والحماية للحشرة وذلك لصلابته وتموجه وله اهمية في الحد من فقد الماء من خلال سطح الجسم . يفرز جدار الجسم بواسطة خلايا البشرة والخلايا النبيذية وهو يتكون من عدد من الطبقات اذ يكون ليناً مرناً فور افرازه سرعان ما يتصلب سطحه الخارجي بعملية تسمى التصليب او الدبغ اذ تتضمن العملية انتاج روابط كيميائية تربط بين سلاسل البروتين التي تشكل الجليد ومن المركبات الهامة في تركيب الجليد هو الكيتين . لا يتعرض الجليد بأكمله للتصلب بل تبقى الفواصل التي تقع بين الصفائح الصلبة مرنة لكي تتيح للحشرة حرية الحركة وبعضها يتكون من جليد مطاطي . الجليد ليس مانعاً لنفاذية الماء وانما الجليد الخارجي المعقد التركيب هو المسؤول عن منع نفاذية الماء . تتخلص الحشرة من الجليد الصلب من ان لآخر وتستبدله بجليد آخر يسمح لجسمها بالنمو والتمدد وتستفاد الحشرة من الجليد القديم اذ تعمل على تحليل وامتصاص الاجزاء غير المدبوغة منه وذلك بعد هضمها بواسطة سائل الانسلاخ ثم يتم بناء الجليد الجديد وأول ما يتم بناءه هو الجليد الخارجي الذي يتولى حماية الجليد الجديد من ان يهضم بواسطة سائل الانسلاخ وفي نفس الوقت الذي ينتزع فيه الجليد القديم يتم افراز طبقة شمعية لكي لا يحدث فقد للماء من جسم الحشرة في هذا الظرف . يتمزق الجليد القديم على طول خطوط ضعيفة فيه عندما يتعرض للضغط الذي تولده الحشرات اذ تستطيع احداث هذا الضغط بعد ابتلاعها للماء او الهواء.

ونعنى بجدار الجسم تلك الطبقة السطحية التى تحيط بجسم الحشرة والتى يطلق عليها الهيكل الخارجي Exoskeleton ويتكون جدار الجسم من ثلاث طبقات رئيسية بيانها كالتالى شكل (١).

ويتكون جدار الجسم من ثلاثة اجزاء رئيسة هي:

- الجليد Cuticle
- البشرة الداخلية Epidermis
- الغشاء القاعدي Basement membrane

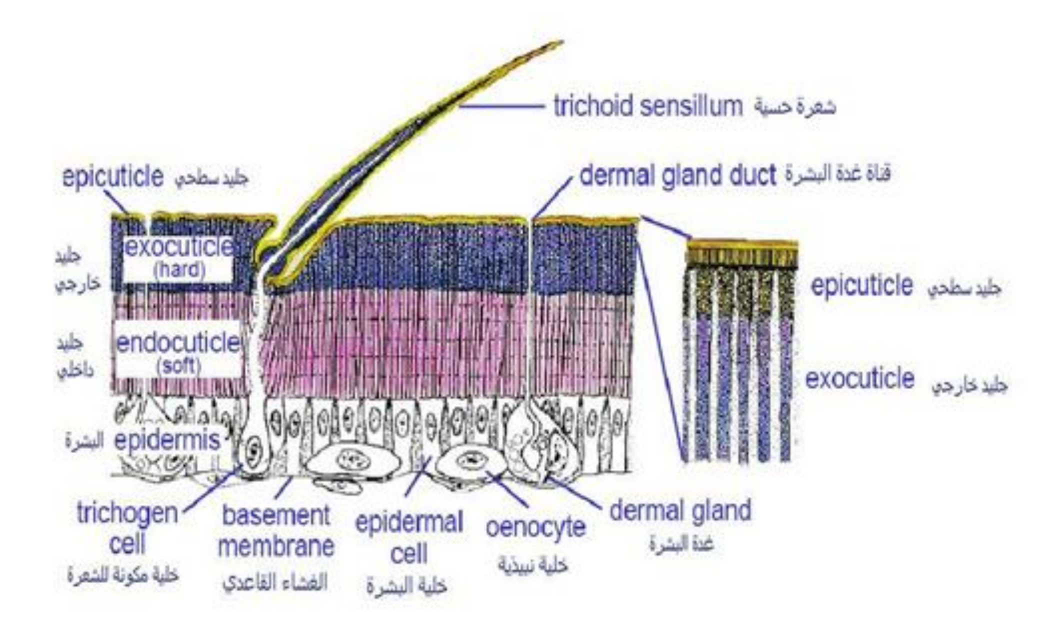
اولاً: طبقة الجليد Cuticle: وتتكون من:

١-طبقة الجليد السطحي Epicuticle**.**

٢- طبقة الجليد الأولى Procuticle **والذى يتكون من :**

أ. الجليد الخارجي Exocuticle .

ب. الجليد الداخلي Endocuticle.



شكل (١-أ) يوضح جدار الجسم

الجليد السطحي Epicuticle:

وهو عبارة عن طبقة خارجية رقيقة سمكها من ١ ميكرون (الميكرون =٠.٠٠١ مليمتر) ولا يحتوى على كيتين ومقاومة للماء بدرجة عالية والمذيبات الأخرى وهذه الطبقة تتكون من أربع طبقات من الخارج للداخل:

١. الطبقة السمنتية cement layer
٢. الطبقة الشمعية wax-layer
٣. طبقة عديدة الفينول polyphenol
٤. طبقة الجليدين cuticuline.

طبقة الجليد الأولى Procuticle:

وهو داخلى سميك نحو ٢٠٠ ميكرون ويحتوى على كيتين، بعد افراز الجليد الاولى غالباً ما يتغلظ Sclerotizated ويصبغ Tanned الجزء الخارجى منه ليكون الجليد الخارجىExocuticle ويبقى الجزء الداخلى منه بدون تغليظ او صبغة ويكون اكثر ليونة ويسمى الجليد الداخلى Endocuticle وقد توجد بين هاتين الطبقتين بقة متوسطة تسمى الجليد الوسطى Mesocuticle وصفاتها متوسطة بين صفتى الجليد الداخلى والخارجى.

خواص الجليد Cuticle Characters:

١- يحتوى الجليد بصفة عامة على قدر كبير من مادة الكيتين وهى مركب أزوتى عديد التسكر، رمزه الكيماوى (ك ٣٢ يد ٥٤ ن ٤ أ ٢١) س، ولا يذيبها الماء ولا الكحولات ولا الأحماض المخففة ولا القلويات ولا تؤثر فيها العصارات الهاضمة للثدييات، ولكنها تتحلل إلى سكريات أبسط بفعل الأحماض المعدنية المركزة. وأيضاً فإن أنواعاً خاصة من

البكتيريا تستطيع تحليلها إلى مواد أبسط، وفى حين نجد أن نسبة الكيتين مرتفعة فى الجليد الداخلى عنها فى الجليد الخارجى فإنها تنعدم تماماً فى غطاء الجليد.

٢- النفاذية Permeability

يمتاز الجليد بقابليته لإنفاذ بعض المواد خلاله، مع ملاحظة أن هذه الخاصية تختلف باختلاف الحشرات، كما يتبادر إلى الذهن باختلاف سمك الجليد أو صلابته بل تبعاً لما يحتويه من مادة الجليدين إذ هى المسئولة عن هذه الخاصية.

وظائف الجليد Functions of cuticle

فضلاً عن أن طبقة الجليد هى السمة الأساسية للحشرات، ومفصليات الأرجل الأخرى، فإن لهذه الطبقة وظائف هامة نبينها فيما يلى:

١- الجليد درع واق: يوفر هذا الغطاء للحشرات نوعاً من الحماية لما يحويه من صفائح قوية ولما يعلوه من تراكيب دفاعية مختلفة فالخنافس القوية ذات الجليد السميك تكتسب نوعاً من الحماية ضد مفترساتها أو المتطفلات عليها.
٢- يقى طبقة تحت البشرة من المؤثرات الخارجية ويعمل على التئام الجروح.
٣- تسهم طبقة الشمع الخارجية اسهاماً فعلياً فى حفظ رطوبة الجسم وبخاصة فى تلك البيئات التى يشح فيها الماء لدرجة العدم كالمواد المخزونة والأخشاب.
٤- تبطن طبقة الجليد وكذلك البشرة كلا من الفتحات الخارجية للجسم والتى تنشأ من الطبقة الخارجية Ectodermal invagination كما هو الحال فى تبطين جزئى المعى الامامى والخلفى وكذلك فتحات الثغور التنفسية والفتحات التناسلية وفتحة الشرج.
٥- يساعد على تدعيم حلقات الجسم المختلفة ويسهل سرعة الطيران.
٦- تتحور بعض أجزاء الجليد لتقوم بوظائف حسية معينة على نحو ما سنذكره في موضعه وفى حينه إن شاء الله.
٧- يلعب الجليد دوراً هاماً فى عملية تلوين الحشرات بما له من خواص كيماوية وفيزيقية (طبيعية).

٢- طبقة البشرة Epidermis

وتقع هذه الطبقة أسفل الجليد ولذا يطلق عليها البشرة الداخلية Hypodermis وتتكون من طبقة الخلايا الظاهرية (الطلائية) البسيطة، التى تنشأ من الطبقة الخارجية لفراغ الجسم Ectoderm وتحتوى هذه الطبقة على المواد الصبغية، أغلب خلايا هذه الطبقة ذات نشاط غدى ولا يقتصر دورها على المساهمة فى إفراز القدرالكبير من مكونات طبقة الجليد فقط، بل تقوم أيضاً بافراز سائل الإنسلاخ، كما تمتص نواتج هضم الجليد القديم للإستفادة بها، وتساعد فى عملية إلتئام الجروح.

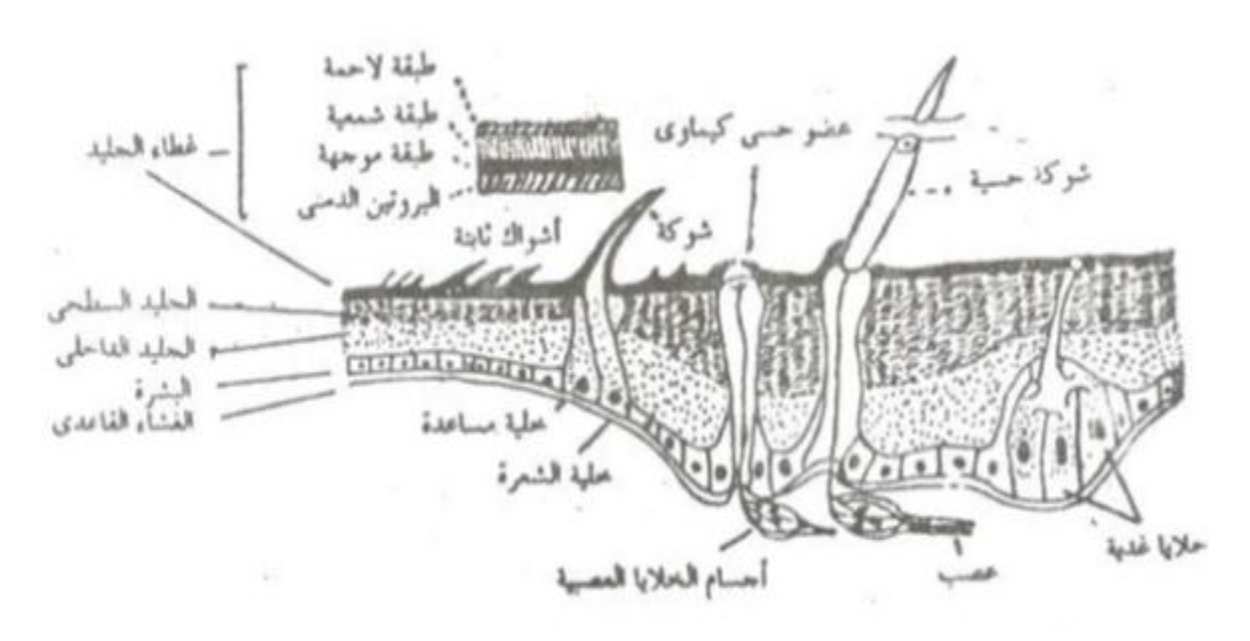
٣- الغشاء القاعدى Basement membrane

قشيرة رقيقة ترتكز عليها طبقة البشرة الداخلية، وتتكون من حبيبات غير متبلورة، وقد يصل سمك هذه الغشاء نصف ميكرون وتندمج فى بعض المواضع أغلفة الألياف العضلية.

زوائد جدارالجسم The body wall appendages

هناك مجموعة كبيرة من التراكيب الجلدية التى تعلو سطح الجسم، وهى مجموعة جد متباينة، فمنها ما هو ثابت Fixed ومنها ماهو قابل للحركة Movable ومنها مل ينشأ من الطبقة الخلوية سواء تخصص فى تكوينه خلية واحدة أو مجموعة من الخلايا.

وكما تكون هذه الزوائد مبعثرة على مناطق معينة من الجسم فى بعض الأنواع نراها تنتشر فى بعضها لتعم جميع الجسم، فمثلاً بالنحلة، فالشعر يكسو جسمها حتى عينيها المركبتين، ولا يخلو ذلك من فائدة تعود عليها، فعندما تتحرك الشوكة بفعل الريح تترجم هذه الحركة إلى رسائل لا تلبث أن تصل إلى الحبل العصبى الرئيسى كلمح البصر لتنبه الحشرة، وفضلاً عن ذلك فإن لهذه الزوائد فوائد جمة، فقد تستخدم إما فى الدفاع عن النفس أو أن تكون ذات وظائف حسية، كالذوق والشم أو السمع، ومنها ما يستغل فى الأغراض الميكانيكية كالتنظيف أو الجمع (شغالات نحل العسل) أو فى العوم كما فى البقة المائية.



شكل رقم (١- ب)

والشكل رقم (١- ب) يبين أهم هذه الأنماط المختلفة لزوائد جدار أجسام الحشرات، والتى نستطيع أن نبينها فيما يلى:

أولاً: بروزات الجليد Cuticle process

وتنقسم النموات الخارجية على جدار جسم الحشرة الى مجموعتين كالاتي:

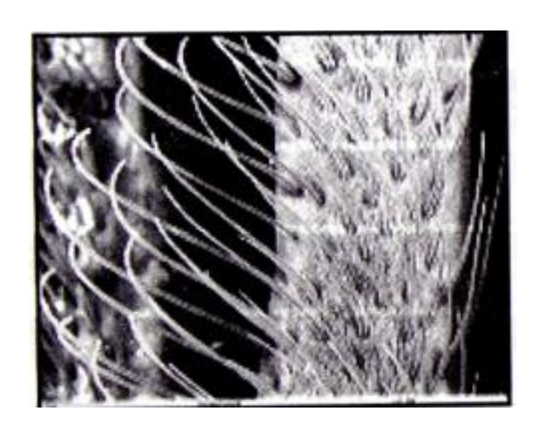
شعرات لا خلوية Microtichia	شعرات خلوية Macrotrichia
وهي عبارة عن شعرات صلبة غير متحركة منتشرة أجنحة بعض الحشرات كالذباب أو توجد على هيئة أشواك صلبة.	وهي عبارة عن زوائد خارجية متحركة تتصل قواعدها بالجسم بواسطة حلقة غشائية تتحرك داخل جيب كالفنجان. وهذه الزوائد عبارة عن شعور وشعرات وتتكون كل شعرة من خلية وواحدة من خلايا طبقة البشرة تسمى Trichogenous cell.

انواع الشعرات الخلوية التي تغطي جسم الحشرة:

أ- الشعرات Setae وهي تنشا من خلية واحدة وتأخذ عدة اشكال منها:

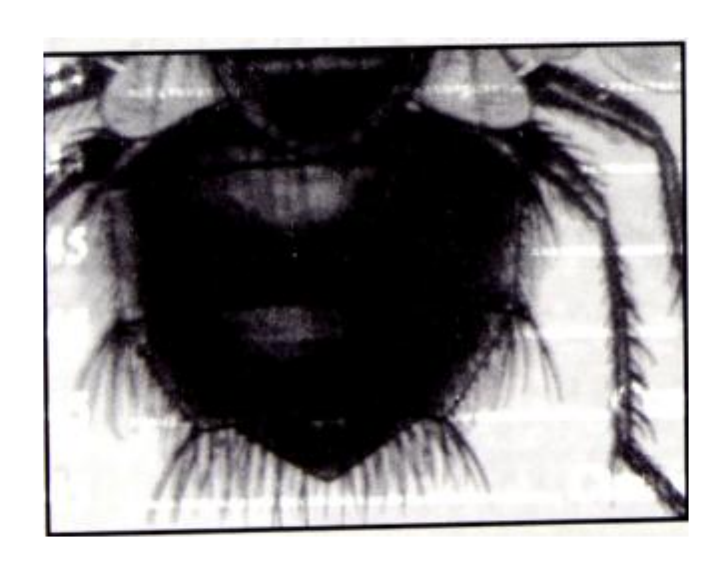
١ـ شعرات متفرعة مثل الموجودة على صدر النحل.

٢ـ شعرات غير متفرعة مثل الشعر الموجود على صدر الزنابير.



شعرات غير متفرعة

٣ـ شعرات على هيئة اشواك مثل الموجودة على بطن ذبابة التكاينا.



شعيرات على هيئة اشواك وهي عبارة عن زوائد كيتينية توجد على ساق ارجل اغلب الحشرات كما في الجراد.

٣- شعيرات على هيئة حراشف مثل التي تغطي اجنحة وجسم الفراشات.

ثانياً: الزوائد المتحركة Movable appendages

ويطلق هذا التعبير على تلك الزوائد التى تنشأ من طبقة البشرة والتى لها القدرة على الحركة تمييزاً لها عن مجموعة البروزات السابقة وأنواعها كما يلى:

أ- المهاميز Spurs

زوائد قابلة للحركة يشترك فى تكوين كل منها جملة من خلايا البشرة، وتوجد هذه الزوائد على أرجل معظم الحشرات، لتقوم فى غالب الأحيان بوظيفة التنظيف كما فى حشرات رتبة حرشفية الأجنحة.

ب- الأشواك الكبيرة Macrotrichia

وهى أنواع من الزائد التى تتشابه فى منشئها حيث تكبر إحدى خلايا البشرة وتمتاز عما يجاورها لتكون الشوكة، ولذلك يطلق على هذه الخلية أصل الشوكة Trichogen cell ويجاور هذه الخلية خلية أخرى تكون غشاء الشوكة يطلق عليها Tormogen cell ويوجد عند سطح الجليد حلقة غشائية مرنة تربط الشوكة بسطح الجسم وتتيح لها حرية الحركة أيضاً.

وقد يطلق على هذه الأشواك شعر Hairs وما هى فى الحقيقة بشعر، وفيما يلى بيان بأهم أنواع تلك الأشواك القابلة للحركة.

١- الأشواك الكاسية Clothing setae

وتنتشر هذه التراكيب لتعم سطح الجسم الذى توجد عليه وتأخذ الأشواك الكاسية أشكالاً عدة تختلف باختلاف الأنواع التى تحملها.

٢- الحراشيف Scales

زوائد ذات أشكال عدة تغطى أجسام رتبة من الحشرات يطلق عليها رتبة حرشفية الأجنحة وبخاصة حشراتها اليافعة. ومن جهة أخرى فإننا نجد تلك الزوائد على أجسام بعض حشرات رتيبة Nematocera التابعة لرتبة ذات الجناحين Diptera، وتوجد أيضاً على أجسام بعض حشرات رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera من عائلتى خنافس البقول Bruchidae وخنافس الجلود Dermestidae حيث تكسبها ألواناً معينة.

٣- الأشواك الحسية Sensory setae

تطلق هذه التسمية على الأشواك القابلة للحركة إذا ما اتصلت الخلية التى تكون أصل الشوكة بأحد محاور خلية عصبية من الجهاز العصبى السطحى، ومن ثم فإن أمثال هذه الأشواك تقوم بوظيفة حسية تخدم الحشرة فى غرض من أغراض حياتها.

٤- الأشواك الغدية Glandular setae

ونعنى بها تلك الأشواك أو الشعيرات الجوفاء التى تعمل كقنوات تنفذ من خلالها إفرازات بعض خلايا طبقة البشرة التى أصبحت متخصصة كغدد قنوية.

الإنسلاخ وتكوين الجليد Moulting and cuticle formation

لا يتسع جليد الحشرات لاستيعاب الزيادة المضطردة فى أحجامها، نظراً لما لهذا الجليد من خصائص تركيبية على نحو ما فصلناه آنفاً، ولكن الله الذى-(خلق فسوى والذى قدر فهدى) أبدلها خيراً من ذلك، حيث يسر لها سبيل التخلص من هذا الإهاب كلما ضاق عنها. فتستبدله بآخر أرحب أوسع ويتم ذلك بواسطة عملية يطلق عليها بصفة عامة الإنسلاخ Moulting والحشرات بهذا تسير على غير ما تسير عليه الغلبية العظمى من أنواع الحيوان، ولا يشبهها فى ذلك إلا بعض الحيوانات الفقارية مثل الثعابين، وأنواع أخرى من الديدان الخيطية مثل النيماتودا.

ولا تحدث هذه الظاهرة إلا فى الأطوار الغير يافعة كاليرقانات والحوريات أما الأطوار اليافعة فتظل كل منها حبيسة أهابها حتى تقضى نحبها. ومن الجدير بالذكر أن هذه الظاهرة لا تحدث جزافاً ولا تكون وليدة الصدفة، بل إنها لتسير وفق تدبير محكم بحيث تظهر الحشرة ابان قيامها بهذا الدور بعض المظاهر السلوكية كأن تكف عن الطعام لبعض الوقت، وكأن تلجأ إلى مكان آمن تلتقط فيه أنفاسها وتستجمع قواها استعداداً لإجتياز تلك المرحلة الحرجة. وليس الإنسلاخ قاصراً على الهدم فحسب بل إن الهدم والبناء ليسيران فيه جنباً إلى جنب. فبناء طبقة الجليد الجديدة ليس فى واقع الأمر سوى بناء أنسجة جديدة، يطلق عليه Histogenesis أما التحلل الجليد القديم فعملية أخرى يطلق عليها تحلل أنسجة Histolysis والمسئول عن بقاء الأنسجة الجديدة مجموعة من الخلايا الجنينية التى تتجمع فى مواضع معينة من أجسام أطوار الحشرات الغير يافعة يطلق عليها الأقراص الحيوية الجنينية أو البلوغ Imaginal discs وتظهر هذه الأقراص كمنطقة سميكة فى طبقة خلايا البشرة محاطة بطبقة خلوية غير متماسكة يطلق عليها Mesenchyme cells وعند حلول موعد الإنسلاخ لا تلبث هذه الأقراص أن تنمو مكونة أنسجة جديدة. أما المسئول عن هدم الأنسجة القديمة فمجموعة من الإنزيمات أشهرها انزيما Proteinase and Chitinase وتتم عملية الإنسلاخ وتكون الجليد الجديد على مرحلتين منفصلتين. شكل (٣) كما يلى:

المرحلة الأولى: إنفصال طبقة الجليد عن طبقة البشرة

Separation of the cuticle from the epidermis (Apolysis)

تغير طبقة تحت البشرة Changes in the epidermis

وتعتبر هذه الخطوة من النذر الأولى التى تؤذن بحدوث الإنسلاخ حيث يتم من خلالها مجموعة من العمليات الحيوية على نحو ما سيلى:

١- تقوم خلايا المخ الإفرازية Neurocecretory cells الواقعة على السطح العلوى (الظهرى) للمخ الأول (عبارة عن غدد صماء) بافراز هرمون خاص يطلق عليه هرمون المخ Brain hormone الذى لا يلبث أن يصل إلى غدة الكوربس كارديكام CC التى تعمل بدورها على توصيله إلى جميع أجزاء الجسم عن طريق الدم فيعمل على تنبيه خلايا البشرة لتقوم من جانبها بسحب زوائدها الجبلية (البروتوبلازمية) التى تنتشر خلال الجليد عبر القنيات المسامية الدقيقة Pore canal فينفض بذلك ما كان قائماً بين الطبقتين من ارتباط، وعلى أثر ذلك يتوارد الدم

بكثرة حاملاً المواد الغذائية إليها لتتضخم خلايا البشرة وتنقسم انقساماً غير مباشر Mitosis وتأخذ الخلايا الناتجة أشكالاً وأحجاماً مختلفة فتحدث قوة ضاغطة على سطح الجليد تعمل على توسيع الشقة بين الطبقتين حتى إنها لتصبح فراغاً.

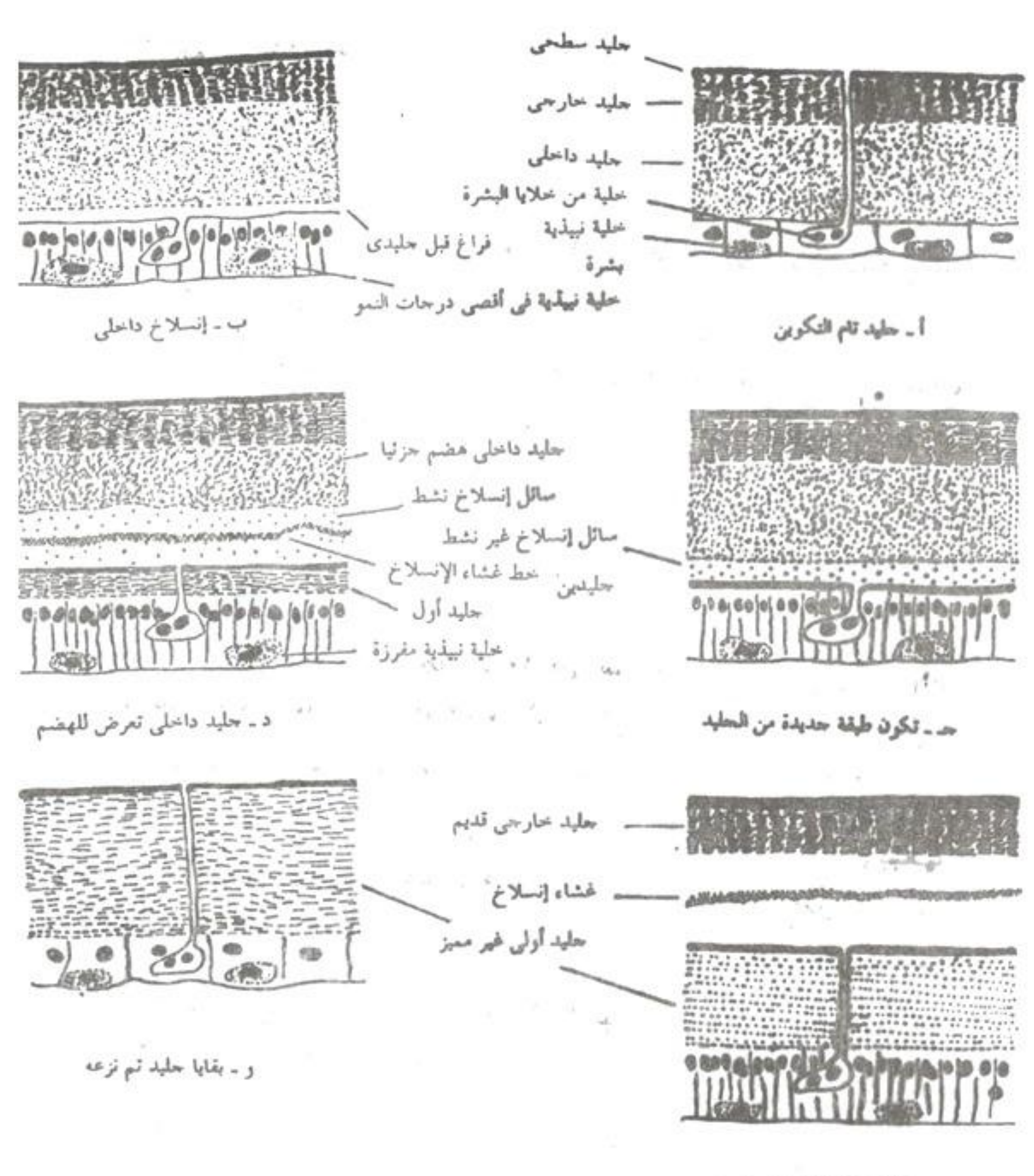
٢- يعمل هرمون المخ السابق على تنبيه الغدد الصدرية هى الأخرى بافراز هرمون يسمى هرمون الإنسلاخ Ecdyson or Moulting hormone الذى يشجع بدوره خلايا البشرة المتضخمة (جميعها أو بعضها) على افراز سائل بلازمى رقيق يطلق عليه سائل الإنسلاخ Moulting fluid ليحل محل الفراغ الواقع بين طبقتى الجليد والبشرة، على أن تزداد كمية السائل باتساع فى هذا الفراغ. وقد اثبتت الدراسات أن الأغشية البلازمية لخلايا طبقة البشرة فى حشرات Collembola تأخذ أشكالاً مختلفة بحيث تشبه الرغوة أو الزبد أى تكون كمجموعة من الفقاقيع التى تعمل على طرح الجليد القديم ويمر سائل الإنسلاخ من الأغشية لخلايا البشرة على صورة حبيبية.

٣- إفراز طبقة الجليدين الجديدة New cuticulin ويصحب إفراز سائل الإنسلاخ قبل تنشيطه إفراز طبقة رقيقة من مادة الجليدين لتقف حائلاً بين طبقة البشرة وبين سائل الإنسلاخ بعد تنشيطه، علماً بأن إفراز هذه الطبقة على درجة كبيرة من الأهمية إذا لولاها لما تكون الجليد الجديد ولتمكن سائل الإنسلاخ من هضم الجليد الأولى Procuticle (الجليد الداخلى والخارجى).

ومن المحتمل أن تقوم الخلايا الخمرية الكبيرة Oenocytes بافراز مادة الجليدين التى تمر عبر خلايا البشرة لتفرز على السطح مكونة الطبقة المشار إليها. وقد تفرز طبقة البرافين أولاً لتحتل سطح الجليد وهى طبقة شديدة المقاومة للنفاذية كما فى جنس *Preplanita* أو أن تمر الفينولات العديدة Polyphenols لتستقر فوق سطح الجليد كما فى بقة *Rhodnius* ولا يعنى ذلك أن هذه المادة تكون طبقة مستقلة بل أنه من المحتمل أن تزيد تلك المادة فى مقاومة الجليد عن طريق تشويه إياها. وتكون هذه الطبقة ناعمة وملساء فور تكونها ثم لا تلبث أن يزيد سمكها، عن طريق تكوين تراكيب معقدة على السطح كتغليظات القصبات الهوائية، ثم يلى ذلك تكوين طبقات الجليد المختلفة.

٤- هضم الجليد القديم Digestion of the cuticle

يحتوى سائل الإنسلاخ على إثنين من الإنزيمات Enzymes وهما إنزيم Proteinase الذى له القدرة على هضم ما يحتويه الجليد من بروتين، وإنزيم Chitinase الذى له القدرة على هضم مادة الكيتين، وهى المادة الغالية فى الجليد الخارجى وتوجد منها نسبة فى الجليد العلوى. وليس فى مقدور أى من هذه الإنزيمات أن يهضم مادة الجليدين Cuticulin ولا يباشر سائل الإنسلاخ عمله فور إفرازه بل لابد من فترة تمضى على ذلك. وعلى أي حال فإنه يستمر فى هضم الحليد الداخلى القديم بأثره اللهم إلا فى طبقة رقيقة منه يطلق عليها غشاء الإنسلاخ Ecdysial membrane أما طبقة الجليد الخارجية فليس لسائل الإنسلاخ سلطان عليها البتة، كما أنه ليس له تأثير على كل من العضلات والألياف العصبية التى ترتبط بالجليد القديم وتجدر الإشارة إلى أن الحشرة تظل قادرة على الحركة ولها القدرة على إستقبال المنبهات التى تصدر عن احساسها بالعوامل البيئية أثناء العمليات السابقة، أما فى حالة الإنسلاخ فإن تلك الروابط تتكسر ريثما تفرغ هذه المهمة الشاقة التى تتطلب جهداً جهيداً.



شكل (٣) رسم توضيحي يمثل التغيرات التي تحدث لجدار الجسم أثناء دورة الانسلاخ

أما عن نواتج هضم الجليد القديم، فيقال أن نحوا من ٩٠% من هذه المواد يعاد مرة ثانية إلى الجسم حيث تمتص مع سائل الإنسلاخ لتستفيد منه الحشرة فى مستقبل عمرها. ويكون من نتيجة هضم الجليد القديم ظهور خط أبيض فى قمة الرأس، ويتجه نحو الحلقات الصدرية من أعلى يطلق عليه خط الإنسلاخ Ecdysial line هذا بالإضافة إلى وجود خطوط ضعف Weakness linesعلى طول خط الإنسلاخ. وفى هذه المنطقة نجد أنه لايتبقى من طبقة الجليد سوى قشيرة رقيقة تحيط بالجسم إحاطة الظرف بالمظروف هى عبارة عن غطاء الجليد مع طبقة الجليد الخارجى.

المرحلة الثانية الإنسلاخ Ecdysis

عادة ما تتم عملية الإنسلاخ ونبذ (الجليد) القديم فور إتمام عملية الهضم السابقة، ولكنه فى بعض الأحيان قد تمكث الحشرة داخل جليدهاالقديم فترة من الوقت لتقوى بها على طرح ردائها البالى. ويسبق عملية الإنسلاخ أن تبتلع الحشرة قدراً كبيراً من الهواء أو الماء بالنسبة للحشرات المائية، ويصحب ذلك نوع من النشاط العضلى ويرتفع ضغط السائل الدموى ويتم ضخه إلى منطقة الصدر ثم الرأس، ومن الجدير بالذكر أن حجم الدم يصل إلى أعلى مستوى له فى هذه الأثناء فى حشرات الجراد. وهناك عضلات خاصة تقوم بضخ الدم، ففى خنفساء *Rhodnius* نلاحظ أن عضلات بين الحلقات البطنية لمنطقة البطن تنمو نموا ملحوظاً قبيل الإنسلاخ لتعمل على دفع الدم للأمام عن طريق انقباض حلقات البطن، على أن تعود تلك العضلات لوضعها الطبيعى وتظل كذلك حتى حلول موعد الإنسلاخ التالى وهكذا.....وينتج عن كل هذه الضغوط تصدع للجليد عن خط الإنسلاخ وخطوط الضعف الممتدة حوله.

وتبدأ الحشرة فى عملية الإنسلاخ بالتخلص من جليدها القديم حيث تدفع بنفسها إلى الأمام فتبرز الرأس ثم الصدر ثم البطن ويتبع ذلك خروج الزوائد، وقد تلجأ بعض الحشرات إلى تعليق نفسها فى الفضاء معتمدة على أشياء ثابتة حتى يتم الإنسلاخ بواسطة الجاذبية الأرضية Gravity وتنسلخ كل الأجزاء الجليدية بما فى ذلك بطانة المعبر الفمى والمسلك الشرجى Intima والحواجز البينية الداخلية من الهيكل الداخلى Endophragmal skeleton وكذلك بطانات القصبات الهوائية فيما عدا الأجزاء الرهيفة التى قد تتحلل. ويطلق على الجليد المنسلخ Exuviae.

ويظل الجليد الحديث New cuticle منكمشاً وغضاً حتى إنه ليزود الحشرة بتدعيم طفيف بعد نبذ الجليد القديم مباشرة ومن المحتمل أن يكون تدعيم الجسم حينئذ معتمداً على الدم حيث ما يزال ضغطه مرتفعاً وحجمه كبيراً أى أن الهيكل يعتمد على توازن السوائل Hydrostatic skeleton.

ففى حشرات ذباب *Calliphora* يمثل الدم ٣٠% من وزن الجسم فى هذه الفترة. أما بعد تمام انبساط الجليد فإن حجم الدم يختزل إلى نحو ١٠% من وزن الجسم.

وقد تتصلب بعض أجزاء الهيكل الخارجى قبل تمام عملية الإنسلاخ ويطلق عليها Pre- ecdysial hardening ويكاد ينحصر هذا النوع من التصلب فى المخالب Claws التى تعتبر ضرورية وهامة للحشرة كى تثبت جسمها عن طريقها.

اللون والتلوين Colour and Colouration

إذا كانت السماء تتلألأ فوقك فى ظلمات الليل، وتزدان بآلاف النجوم البراقة، لتحيل وحشة الكون آنساً، ويهتدى بها السراة ليلاً ومصداقاً لقول الحق جل جلاله بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

"وَعَلَامَاتٍ ۚ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ" صدق اللَّهُ العظيم

فإن كوكبنا الأرضى الذى نعيش عليه، قد زينه الخلاق بنجيمات أخرى من المخلوقات، تراها سابحة هنا أو هناك فى لجة الماء، أو تطير محلقة فى الفضاء، أو تزحف على أرض رطبة أو بين حجاره صماء، لتكون مظهراً رائعاً يجعل الأرض تحاكى روعة السماء، صدق الله العظيم إذ يقول بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ :

"وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ * وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَٰلِكَ " صدق اللَّهُ العظيم

والحشرات من الأحياء تمتاز بوفرة ألوانها، وروعتها وبهائها واللون فى حقيقة أمره من الظواهر العديدة التى ترتبط بالضوء ارتباطاً وثيقاً فتستمد الحشرات ألوانها من ألوان الطيف، إما بإمتصاصه أو بإنعكاسه. الأمر الذى يجعل من هذه الكائنات مادة تغرى الهواة بجمعها، وتعين الباحثين على التفرقة بين أنواعها المختلفة على أساس إختلاف ألوانها، فيقتنى هؤلاء وأولئك مجموعات منها لهذا الغرض أو ذاك.

وتمتاز حشرات المناطق الإستوائية بوفرة ألوانها، ومع هذا فتأخذ بعض الأنواع اللون السنجابى gray أو البنى brown أوالأسود black أما أطوار الحشرات المائية أو الأرضية الغير يافعة فتأخذ غالباً اللون الأبيض أو القشى pale أى الأصفر الشاحب. وتتعرض الحشرات اليافعة عقب خروجها من طور العذراء وكذلك الأطوار حديثة الإنسلاخ لنقص فى ألوانها الحقيقية، لا تلبث أن تعوضه بعد وقت وجيز. وأما عن بيض الحشرات فنادراً ما تتوقع له علامات لونية مميزه.

ويقف اللون موقف الصدارة كعنصر حماية لهذه الكائنات، إذ أن الألوان الواقية Protective colours تلعب أدواراً هامة فى حماية الحشرات من أعدائها.

وينتج اللون في الحشرات بواسطة الجليد ولكن في عمليات منفصلة تماما عن تلك العمليات التي تؤدي الى التصلب. وعندما يكون الجليد شفافا ينتج اللون بواسطة خلايا البشرة التي تحته او الدم او انسجة اخرى داخلية ويساهم كل من الجليد والانسجة الاعمق في انتاج طرز واحد من اللون.

يتكون الضوء من العديد من الاضواء التي تختلف في طول الموجة وهي الاحمر والبرتقالي والاصفر والاخضر والازرق وانديجو والبنفسجي وعندما يمتص الشيء او الحشرة جميع الالوان فيما عدا اللون الاحمر نستقبل اللون الاحمر الخ. ويعود الانعكاس الطبيعي للألوان معينة الى:

- التركيب الطبيعي للشيء نفسة وتسمى باللون التركيبي.

- او الامتصاص الانتقائي بواسطة مركبات كيميائية معينة وتسمى بالألوان الصبغية.

- او قد تنتج من كلا التركيب والمواد الصبغية مجتمعين.

أ- الالوان التركيبية Structural: لأحداث لون تركيبي فان اللون الابيض يتغير نتيجة:

١. التداخل Interference: والوان التداخل مألوفة لدينا كالوان قوس قزح على طبقة رقيقة من الزيت. وتنتشر الوان التداخل بين الحشرات نتيجة انعكاس الضوء على سلسلة من السطوح المكونة من طبقات متراكبة فوق بعضها ويبدو ذلك واضحا في ابي الدقيق والفراشات التي تتحور حراشفها بصورة معقدة لتعطي الوانا صارخة.
٢. التشتت Scattering: يحدث اللون نتيجة تشتت الضوء بواسطة الخطوط الطويلة المتوازية على ابعاد متساوية على اغماد بعض الخنافس فتحدث الوان قوس قزح على الاغماد حينما ترى في ضوء الشمس المباشر. مثل خنفساء Serica.

ب- **الالوان الصبغية Pigmentary**: ويشمل هذا النوع مدى واسعا من الالوان وتوزيعها للمركبات الكيماوية التي تعمل كأصباغ وهذه الالوان ليست معدنية ولكنها تختلف كثيرا، فهي مواد اخراجية لم تعد تدخل في عمليات حياتية، ولكنها تخدم عملا هاما في بيئة الحشرة، وقد تمتص من الغذاء. وتتكون الالوان الصبغية نتيجة لوجود احد الاصباغ الاتية:

١- الميلانينات Melanins: وهي احد الاصباغ الاكثر شيوعا في الحيوانات وتتدرج الالوان التي تنتج من هذه الصبغة من الاسود او البني الفاتح والاصفر. مثل خنفساء اديزميا.

٢- الكاروتينويدات Carotenoids: يعتقد ان الحشرات لا يمكنها بناء هذه الاصباغ ولذلك فهي تعتمد على النباتات في التزود بها وبعض المفترسات تحصل على اصباغها عن طريق فرائسها نباتية الغذاء. والاصباغ الكروتينية مشتقة من الفا كاروتين وبيتا كاروتين وهو الاكثر شيوعا وينتج من هذه الصبغة الالوان الاصفر والبرتقالي والاحمر. مثل خنفساء ابو العيد.

٣- التيرنات Pterines: وهي مركبات تحتوي على النتروجين ولها نفس التركيب القاعدي ولكنها تختلف في الجزء الطرفي المتصل بهذا التركيب وينتج منها مركبات بيضاء وصفراء وحمراء والترين والاصفر هو اكثر الترينات انتشارا.

٤- الكينون Quinone: وهي عبارة عن انثراكينينات والافينات مشتقة من الطعام النباتي والاخيرة توجد في دم المن بتركيزات عالية احيانا وتسبب اللون القرمزي او الاسود لجميع جسم الحشرة.

ملحوظة: يلعب اللون دورا هاما في تمييز احد الجنسين عن الاخر.

وتنقسم ألوان الحشرات إلى الأقسام التالية:

١- الألوان الصبغية أو الكيماوية Pigmental or chemical colours

ونعنى بها تلك الألوان التى تنتج عن وجود مواد كيماوية تمتاز بقدرتها على إمتصاص الموجات الضوئية وعكس موجات أخرى. ومن علامة هذه الألوان أنها تبهت بموت تلك الحشرات حيث أن طبيعتها صبغية. وإذا كانت صبغة الميلانين Melanin توجد فى الجليد وعلى الأخص فى طبقته الخارجية. فإن أصباغاً أخرى توجد فى خلايا البشرة على شكل حبيبات أو كريات دهنية. وتحصل الحشرات على الأصباغ التى تكسب أجسامها ألواناً كيماوية عن طريق ما تحصل عليه من غذاء.

فيعزى اللون الأخضر الذى تأخذه يرقانات الحشرات حرشفية الأجنحة إلى الكميات الكبيرة من مادة الكلوروفيل Chlorophyll التى تحصل عليها أثناء تغذيتها على المواد النباتية الخضراء. أما الأصباغ الحمراء والصفراء التى تمتاز بها بعض الحشرات فتعزى إلى وجود مواد الفلافينات Flavines والكاروتينات Carotenes والزانثوفيل Xanthophyll وكلها مشتقة من الكلوروفيل النباتى.

أما اللون الأحمر فيستمد إما من دماء الحيوانات ذوات الدم الحار، وفى هذه الحالة تترسب الصبغة فى الجهاز الهضمى أو يستمد من الأزهار والثمار، وبعض الأوراق والسيقان حيث تعتبر فى هذه الحالة مصدراً له، كما هى مصدر للألوان الزرقاء والصفراء الباهته.

وأما الصبغات السوداء والصفراء فتعرف بالميلانينات Melanins والتى تنتج أثناء عملية الهضم وتتكون من دم الحشرات، ومن المحتمل أن تشتق من الأحماض الأمينيه التى تنتج من البروتين الحيوانى أو النباتى وهى ألوان ثابتة إلى حد ما- وقد يعزى اللون الأصفر الفاتح أو الأبيض فى جنس *Pieris* لحمض البوليك Uric aid.

٢- الألوان النسيجية أو الطبيعية Physical and structural colours

وتنتج هذه الألوان مثل الأخضر والأزرق والبنفسجى من إنعكاس أو حيود الضوء بواسطة النسيج السطحى لجسم الحشرة، وذلك فى الخطوط الدقيقة والمتوازية والمتقاربة أو النقر أو الحراشيف التى توجد على أسطح أجسام بعض الحشرات. فمثلاً يعزى التغير الواضح فى ألوان أجنحة كثير من آباء دقيق وبخاصة الأنواع الإستوائية لحيود الضوء بواسطة الخطوط الحرشفية الدقيقة التى توجد على الأجنحة. حيث يوجد على سبيل المثال ١٤٠٠ خط فى كل مليمتر مما يترتب عليه تحليل الضوء بهذه الخطوط الدقيقة إلى مكوناته كما يعمل المنشور الزجاجى تماماً بتمام.

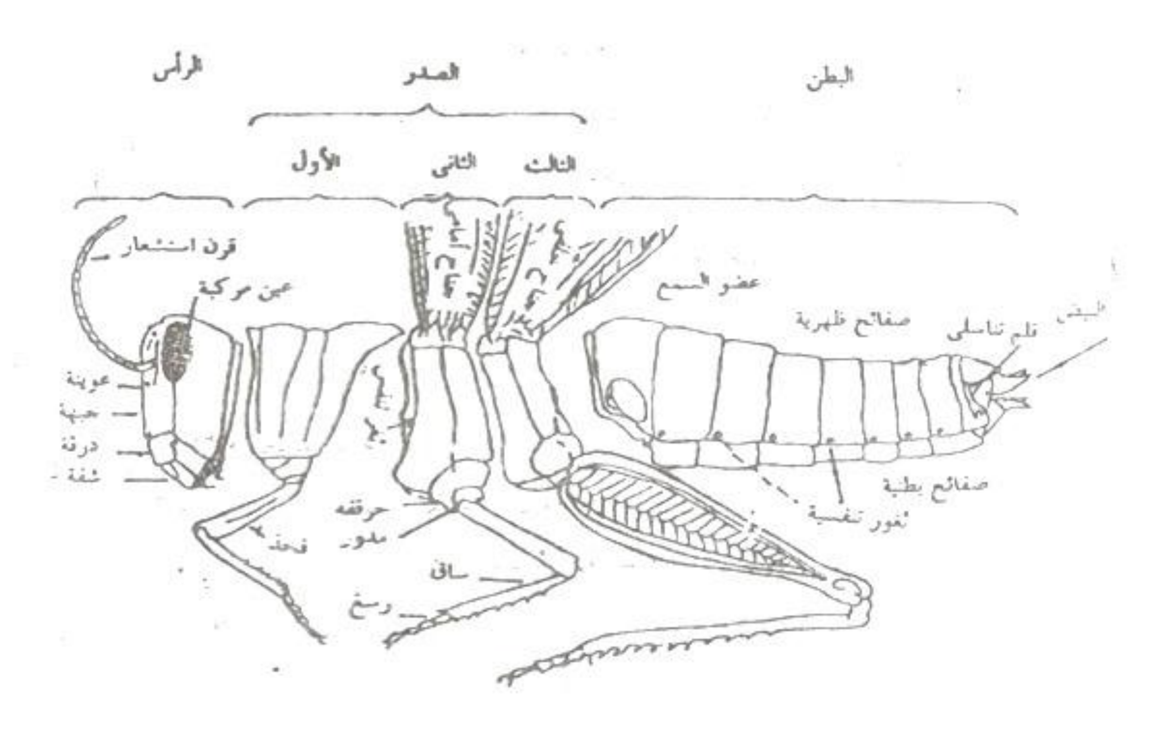
وتعزى الألوان المعدنية اللامعة للحشرات مثل اللون الذهبى والفضى والنحاسى إلى إنعكاس الضوء بهذه الطريقة.

٣- الألوان المختلطة Mixture colours

ويقصد بها تلك الألوان التى ترجع فى جزء منها إلى وجود أنواع من الصبغات بالإضافة إلى إنعكاس الضوء بالطرق النسيجية أو الطبيعية السالفة الذكر وذلك مثل اللون الأخضر الزمردى الذى ينشأ كنتيجة لإختلاط اللون الأزرق (لون طبيعى) مع اللون الأصفر (لون كيميائى) علماً بأن هذا النوع من الألوان هو أكثر ألوان الحشرات شيوعاً.

الفصل الثانى
مناطق جسم الحشرة
The Insect Body Regions

يتكون جسم الحشرة من نظام حلقى Segmental plan ويمكننا تقسيم هذه الحلقات إلى ثلاث مجموعات، بحيث تتشابه حلقات كل مجموعة فى الشكل وفى الوظيفة تشابها يميزها عن غيرها من الحلقات، إلى الرأس والصدر والبطن شكل (٤) وسنتناول كل منطقة من هذه المناطق الثلاث على حده بشىء من التفصيل فيما يلى:



شكل (٤) رسم تخطيطى لبيان مناطق جدار جسم حشرة الجراد

اولا: الرأس وزوائدها The head and its appendages

وتتكون الرأس من ست حلقات فى المراحل الجنينية ولا تلبث هذه الحلقات أن تندمج مع بعضها بشكل محكم لتكون محفظة كيتينية صلبة يطلق عليها محفظة الرأس head capsule ولا يوجد بها دلائل التحليق إلا ما تحمله من من زوائد مزدوجة كالفكوك العلوية والسفلية وكذا الشفاة، وتحمل الرأس بالإضافة إلى أجزاء الفم أعضاء الحس الهامة. وتتميز تلك المحفظة إلى عدد من الصفائح الصلبة التى يربطها ببعضها عدد من الأخاديد Grooves أو الدروز Sutures ولقد جرت العادة بأن يطلق على هذه المناطق اللاحمة الدروز أو الأخاديد Sulci.

ولكن Snodgrass (١٩٦٠) قد ميز كلاً من الإصطلاحين عن الآخر، فالدرز يطلق على المنطقة التى تربط صفيحتين مميزتين مثل الدرز الجمجمى العلوى Epicranial suture أما الأخدود

Sulcus فيطلق على تلك المنطقة التى تحدد عضواً عاملاً مثل الخط الذى يحد الشفة العليا عند إتصالها بالدرقة Epistomal sulcus وتقوم تلك المحفظة بحماية ما تحتها من أعضاء كالمخ وخلافه.

١- توجيه الرأس فى الحشرات The orientation of the head

تأخذ رأس الحشرة بالنسبة لمحور جسمها الطولى وبخاصة أثناء الراحة أحد التوجيهات الثلاثة التالية:

أ- رأس ذات أجزاء فم سفلية Hypognathous

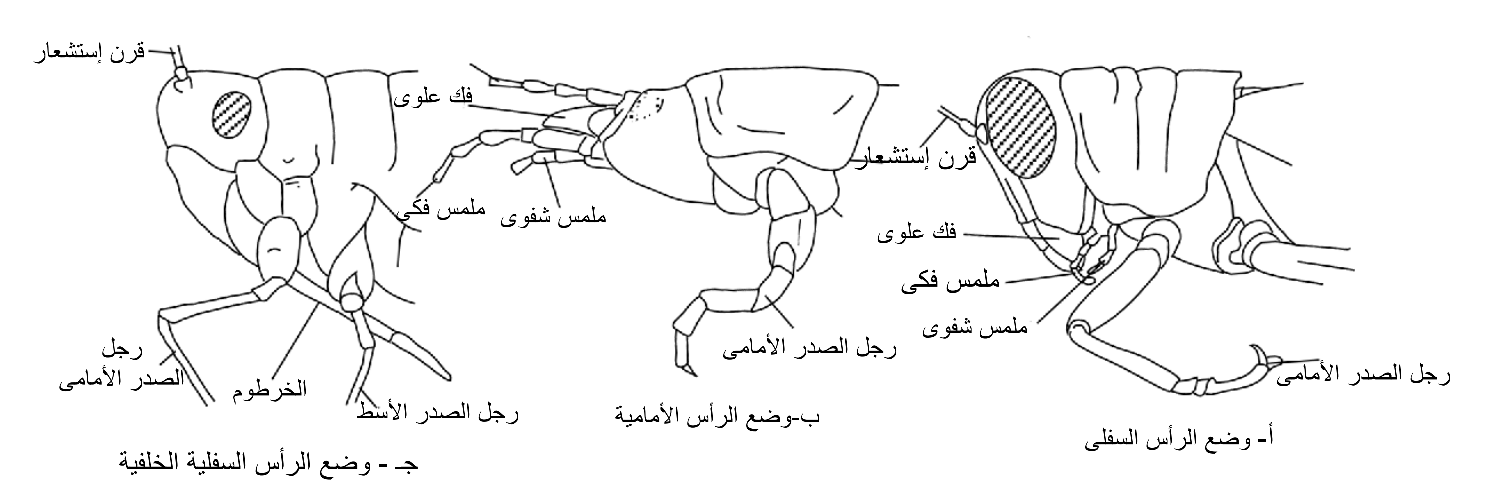
وفى هذه الحالة نلاحظ تعامد أجزاء الفم على المحور الطولى لجسم الحشرة شكل (٥- أ) وغالباً ما نلاحظ هذا النوع من التحور فى أنواع الحشرات النباتية التى تعيش فى موطن مفتوح كما فى أنواع الجراد والنطاطات.

ب- رأس ذات أجزاء فم امامية Prognathous

وفيه تكون أجزاء الفم على إمتداد المحور الطولى للجسم شكل (٥- ب) كما فى حشرات السوس. ويوجد مثل هذا التحور فى الأنواع المفترسة التى تتعقب فرائسها بنشاط كما أنه يلاحظ أيضاً فى يرقانات رتبة غمدية الأجنحة.

جـ- رأس ذات أجزاء فم سفلية خلفية Opisthgnathous

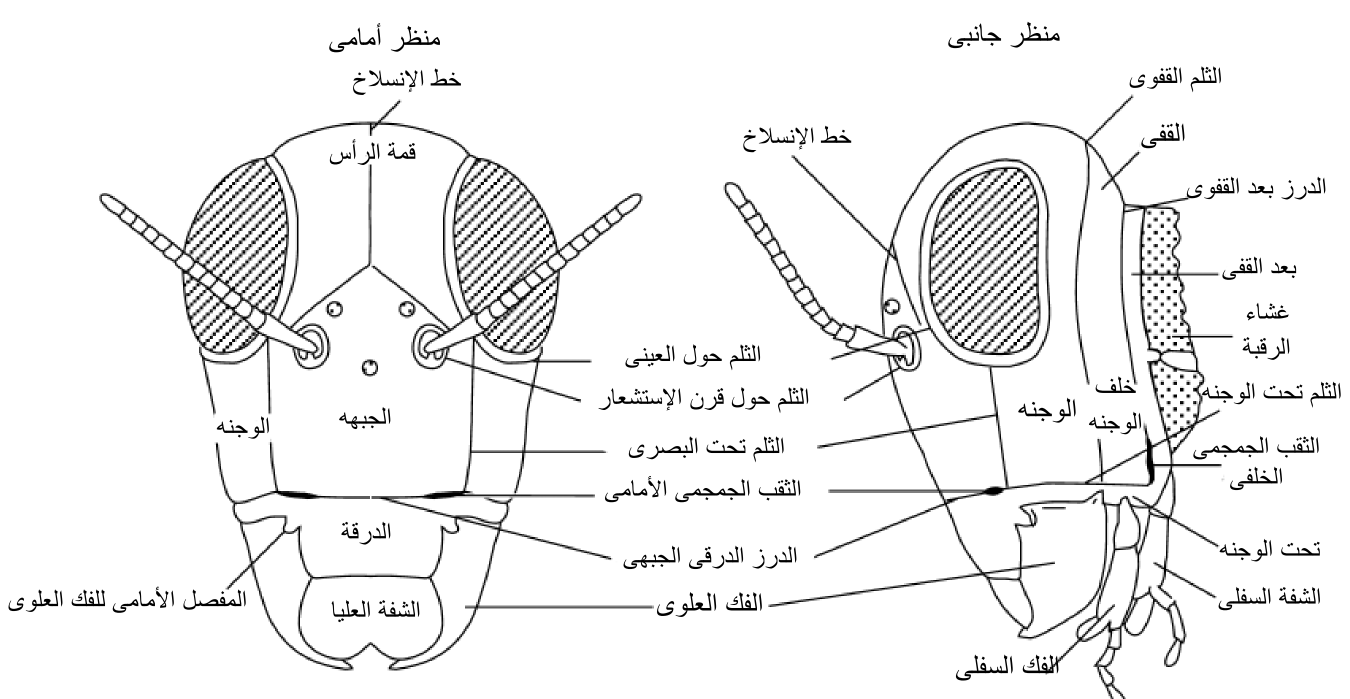
ويشاهد هذا التحور فى الحشرات اليافعة لرتبة نصفية الأجنحة شكل (٥- جـ) وفيه تكون أجزاء الفم على شكل خرطوم طويل يرجع إلى الخلف بميل ملحوظ ويستقر بين زوجى الأرجل الصدرية الأماميين كما فى البقة الخضراء.



شكل (٥) أجزاء الفم المختلفة للرأس وأجزاء الفم بالنسبة لجسم الحشرة أثناء وقوفها

٢- مناطق الرأس The head areas

قد نضطر فى حالة وصف رأس الحشرة إلى تقسيمها إلى مناطق لتسهيل تلك المهمة الوصفية ونعنى بالمنطقة صفيحة أو مجموعة من الصفائح التى يمكن تحديدها بواسطة الدروز أو الأخاديد. ومما لا شك فيه أن هذه الصفائح تختلف عن بعضها إختلافاً بيناً تبعاً للغرض المنوط بكل منها كما يبينه شكل رقم (٦).



شكل (٦) الخطوط العامة والأخاديد على رأس الحشرة والمساحات المحصورة بينها

أ- مناطق الرأس الأمامية The anterior areas of the head

١- الجبهة Front or frons

وقد يطلق على هذه المنطقة الجبهة الدرقية Fronto clypeal area ويقسم هذه المنطقة درز جبهى درقى Fronto- clypeal suture إلى قسمين يطلق على العلوى منها الجبهة Front، وعلى السفلى الدرقة Clypeus ويحد الجبهة من أعلى درز ذو ذراعين يكونان معاً شكل حرف (Y) مقلوبة ويسمى درز الجمجمة العليا Epicranial suture.

٢- الدرقة Clypeus

وتقع أسفل الجبهة وتليها صفيحة أخرى تسمى الشفة العليا Labrum ويصلهما معاً درز يطلق عليه الدرز الدرقى الشفوى Clypio- labral suture

ب-قمة الرأس Epicranium

ويطلق على هذه المنطقة إصطلاح Vertex وهى إمتداد ظهرى لمنطقة الجبهة فيما يحاذى العيون المركبة فى الحشرات اليافعة وتمتد الصفيحة القذالية أو المؤخرية Occiput التى توجد بها فتحة

كبيرة يطلق عليها الثقب المؤخرى Occipital foramen حيث تنفذ منه القناة الهضمية والحبل العصبى وبعض العضلات التى تتجه إلى الصدر.

جـ- منطقة الرأس الجانبية The lateral area of the head

١- الصدغ Gena

وهى الصفيحة الجانبية التى تقع أسفل كل من العينين المركبتين.

٢- الفكان السفليان Maxillae

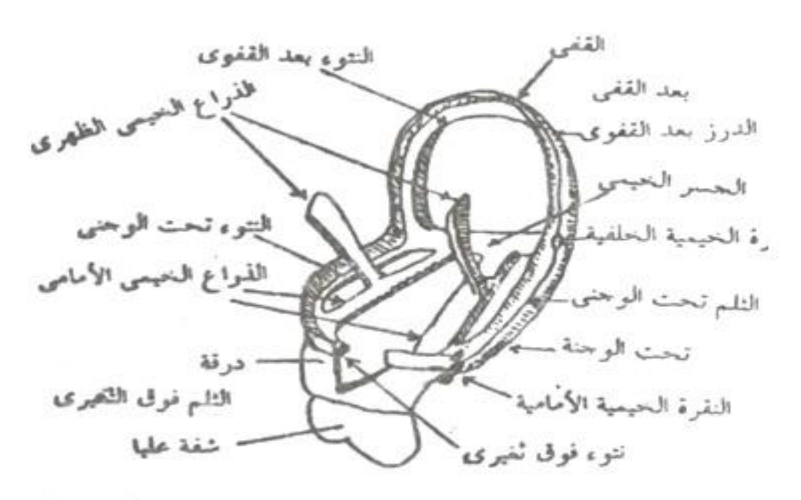
زوج من الزوائد الشبيهة بالفكوك Structures like jaws، والذان يقعان أسفل الصدغ وعلى جانبى الشفة السفلى. أما الفكان العلويان فلا يرى منهما إلا أجزاء يسيرة بسبب إستقرارهما أسفل الشفة العليا وحول تجويف الفم.

٣- الشفة السفلى Labium

وتوجد فى المنطقة البطنية للرأس حيث يوجد على جانبيها الفكان السفليان.

الهيكل الداخلى للرأس Tentorium

نظراً لما للرأس من أهمية بالغة بالنسبة للكائن الحى إذ أنها مستقر المخ فقد إقتضت عناية الله أن تزيد خطوط الدفاع فى هذه المنطقة لتحمى ما بداخلها. وعليه فتوجد داخل تجويف رأس الحشرة دعامات يطلق عليها Apodemes وتكون فى مجموعها ذراعين أماميين. وآخرين خلفيين وقد يضاف إليهما ذراعين رأسيين، أى أنها جميعا تكون هيكلاً داخلياً لحماية الرأس من الضغوط التى تتعرض لها بالإضافة إلى كونها تعمل كمناطق ترتبط بها العضلات الداخلية المسئولة عن تحريك زوائد الرأس. كما أنها تثبت الأجزاء الأمامية للقناة الهضمية كما يتضح فى شكل (٧)



شكل (٧) رسم تخطيطى لخيمة المخ وعلاقتها بتجاويف ونتوءات الرأس وقد أزيل الجزء الأكبر من علبة الرأس

تحمل محفظة الرأس أجزاء الفم وأعضاء الحس مثل قرون الإستشعار، وإليك بيان هذه الزوائد وأهم ما يطرأ عليها من تحورات.

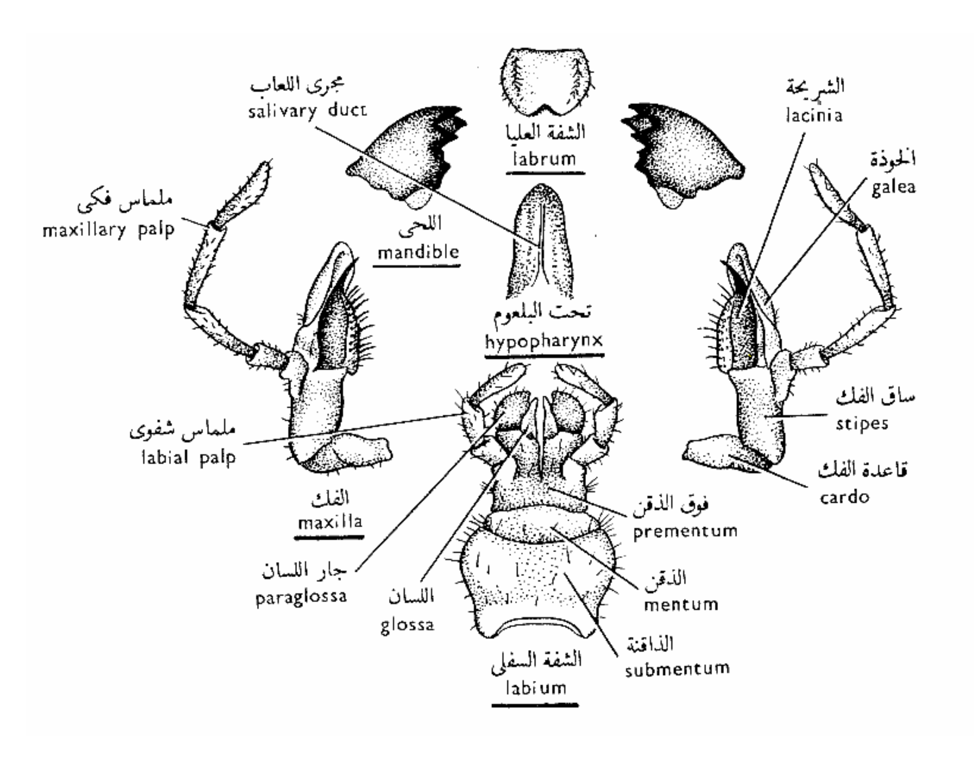
زوائد الرأس في الحشرات:

أ- أجزاء الفم Mouthparts

يقصد بأجزاء الفم تلك المجموعة من زوائد الرأس والتى ترتبط إرتباطاً وثيقاً بالتغذية. وإذا كانت أغذية الحشرات جد مختلفة فمنها ما هو صلب سواء كان حيوانياً أو نباتياً، ومنها ما هو سائل عصيرى كسوائل النباتات أو دماء الحيوانات، فإن أجزاء الفم هى الأخرى ليست على وتيرة واحدة من حيث الشكل بل إنها جد متنوعة، فمنها ما هو مهيؤ للقرض والقضم ومنها ما هو مهيؤ للعق أو الوخز والشفط ومنها ما يكون خليطاً من هذا وذاك. وعليه فسنصف نوعاً من أجزاء الفم القارضة ونتبعه بعدة أنواع قد تحورت بهذا الخصوص، ثم نصف نوعاً ماصاً ونتبعه أيضاً بوصف عدة أنواع قد تحورت قليلاً أو كثيراً لتلائم هذا الغرض.

أجزاء الفم القارضة Biting mouthparts

ولما كانت حشرة الصرصور الأمريكى حشرة نموذجية، فإننا سنصف أجزاء فمها كما فى الشكل رقم (٨) وهى من النوع القارض وتتركب من الأجزاء الآتية:



شكل (٨) أجزاء الفم القارضة فى حشرة الصرصور الامريكى

١- الشفة العليا Labrum

صفيحة منبسطة تتصل بمقدم الدرقة وفى وسط حافتها الأمامية شق، وتتحرك الشفة العليا حركة علوية سفلية بواسطة مجموعة من عضلات الرأس الداخلية، وتحد الفم من الأمام وتغطى كلاً من قاعدتى الفكين العلويين عند إستخدامهما، أما فى حالة الراحة فتغطيهما تماماً.

٢- الفكان العلويان Mandibles

وهما عبارة عن زائدتين كيتينيتين قويتين توجدان على جانبى الفم من أعلى ويحمل كا منهما مجموعة من الأسنان القوية على حافته الداخلية ومهمة هذه الأسنان تمزيق الغذاء وقرضه، بالإضافة إلى جزء قاعدى آخر يطلق عليه الجزء الطاحن Molar part ويتحركان حركة داخلية بواسطة مجموعتين من العضلات يطلق على أحدهما العضلات المقربة Abductor muscles ويطلق على الأخرى العضلات المبعده Adductor muscles.

٣- الفكان السفليان Maxillae

زائدتان كيتينيتان تقعان خلف الفكين العلويين وأسفلهما ويساعدان إلى حد ما فى قرض الغذاء الصلب، ويتحركان حركة جانبية تشبه الفكين العلويين، ويتركب الفك السفلى من الأجزاء التالية:

أ- قاعدة الفك Cardo

قطعة مثلثة الشكل تتصل بالرأس بمحور إرتفاق فردى وتعمل زاوية مع بقية أجزاء الفك.

ب- الساق Stipes

وهو عبارة عن صفيحة مركبة تتصل بالقطعة السابقة عند نهايتها البعيدة وتتكون من صفيحة خارجية يطلق عليها الجاليا Galea أو الخوذه. ويبرز منها جزء صغير يطلق عليه حامل الملماس Palpifer والذى يحمل عليها الملماس الفكى Maxillary palp وجزء آخر داخلى مسنن يطلق عليه اللاسينا (Lacinia) أو المشرشر.

٤- الشفة السفلى Labium

وهى الصفيحة التى تحد الفم من أسفل، وتقع خلف الفكين السفليين ويعتقد أنها تكونت من إلتحام جزئين شبيهين فى تركيبهما بالفكين السفليين، وتتكون الشفة السفلى من:

أ- الذقن Mentum

ويصلها بالرأس صفيحة تسمى الذقينة Submentum

ب- مقدم الذقن Prementum

وتوجد فى مقدم الذقن وتحمل هذه الصفيحة على حافتيها الخارجيتين زوجاً من الملامس الشفوية Labial palps حيث تدعى قطعة كل منهما القاعدية حامل الملماس Palpiger. أما فى الحافة الأمامية لمقدم الذقن فنرى زوجين من الفصوص المنفصلة يطلق على الزوج الداخلى الداخلى منهما اللسينان Glossae بينما يطلق على الزوج الخارجى جارا اللسينين Paraglossae وقد يطلق على هذه الزوائد الأربعة مجتمعة اللسين Ligula وقد يلتحم زوج من هذه القطع أو تلتحم جيمعاً لتكون زائدة وسطية داخلية أو قد يطرأ عليها إختزال جزئى أو كلى.

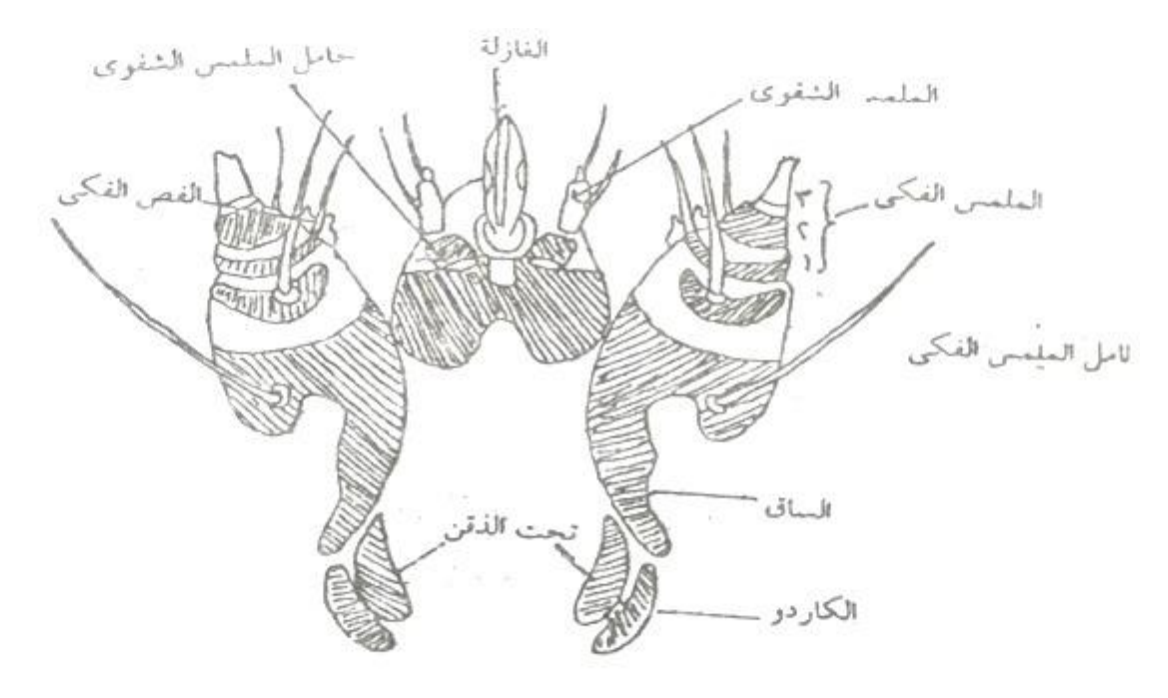
٥- تحت البلعوم Hypopharynx

زائدة لسينية صغيرة تقع أمام الشفه السفلى أو فوقها مباشرة بين الفكين وغالباً ما يفتح المجرى اللعابى على سطحه البطنى عند قاعدته. ويقع التجويف الفمى الأمامى بين الشفة العليا واللحيين والبلعوم حيث توجد فتحة الفم خلف هذا التجويف.

وقد يطرأ تحور على بعض أجزاء الفم السابق وصفها كى تلائم اغتذاء نوع من الأنواع بطريقة أو بأخرى كما يلى:

أجزاء فم قارضة ليرقانة دودة ورق القطن

وتتكون من الأجزاء الآتية شكل (٩).



شكل (٩) **أجزاء فم قارضة ليرقانة دودة ورق القطن**

١- الشفة العليا Labrum

صفيحة عادية بها ندبة وسطية أمامية لتثبيت ورقة النبات بها.

٢- الفكان العلويان Mandibles

فكان عاديان.

٣- الفكان السفليان Maxillae

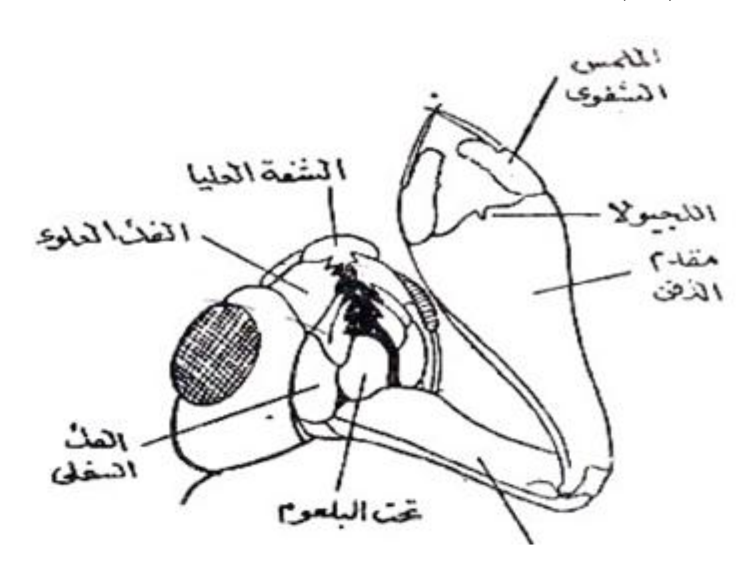
وينتابهما نوع من التحور يتمثل فى اضمحلال قاعدة كل منهما وتضخم الساق بشكل واضح وأيضاً فإنهما يلتحمان على جانبى الشفة السفلى. ويحمل الملماس الفكى على مقدم الفك السفلى من جهة الخارج، بينما يحمل عليه فص داخلى يعرف بإسم الفص الفكى Maxillary lobe الذى ينقسم طرفياً إلى الخذة والشريحة.

٤- الشفة السفلى Labium

ممثلة بجميع أجزائها حيث تلاحظ أن صفيحة الذقينة Submentum تجاوز قاعدة الفك السفلى أما الذقن Mentum متضخمة بحيث تشغل معظم المساحة الواقعة بين الفكين السفليين، بينما نجد أن مقدم الذقن Prementumعبارة عن صفيحة صغيرة تحمل على جانبيها ملماسين شفويين، فى حين تندمج الزوائد اللسينية (اللسانان وجارا اللسانين) Ligula ليتكون منها ما يسمى بالغازلة Spinneret التى تنتهى إليها القناة اللعابية (الغدد الحريرية).

أجزاء الفم المفترسة بالقرض كما فى حورية الرعاش

وتعيش حورية الرعاش فى الماء وتفترس الأحياء المائية وبالنسبة لأجزاء فمها فتلاحظ التحورات التالية كما فى الشكل (١٠):



شكل (١٠) **أجزاء الفم المفترسة بالقرض كما فى حورية الرعاش**

٥- الشفة العليا Labrum

صفيحة مستعرضة تغطى قاعدتى الفكين العلويين.

٦- الفكان العلويان Mandibles

عاديان كما فى الأنوع القارضة الأخرى.

٧- الفكان السفليان Maxillae

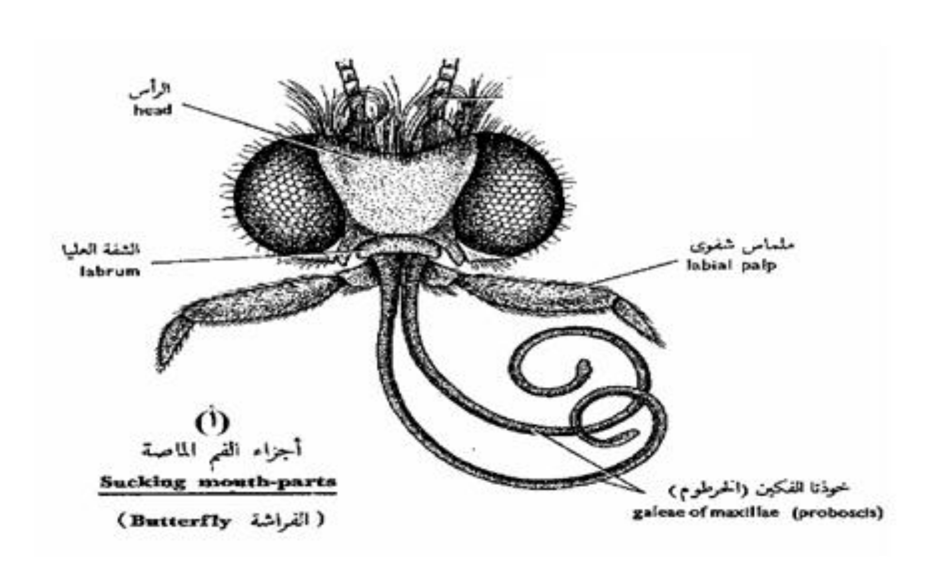
عاديان، ولكن تختزل الملامس الفكية بهما.

٨- الشفة السفلى Labium

وأغرب ما يلفت النظر فى هذه القطعة الفكية هو ما يطرأ عليها من تحور غير معهود حيث تستطيل الذقينة استطالة ملحوظة ممثلة وكذلك مقدم الذقن ويتمفصلان معا بحيث يمكن لمقدم الذقن أن ينثنى على الذقينة عند التربص بالفريسة أو أثناء الراحة ويطلق على الشفة السفلى القناع Mask إذ أنها تحتضن بقية أجزاء الفم فى وضع الراحة كما أنها تمتد إلى الأمام مسافة طويلة عند استخدامها فى القنص.

أجزاء الفم الماصة Sucking mouthparts

وهذا النوع من التحور الذى يلحق بأجزاء فم بعض الحشرات وبخاصة تلك التى تتغذى على بأرحقة بعض الزهور من حشرات حرشفية الأجنحة كالفراشات آباء دقيق. وعادة ما يكون هذا الغذاء سهلاً ميسوراً يمكن الحصول عليه بغير ما مشقة أو عناء وعليه فإن الشكل (١١) يوضح لنا ما يلحق بأجزاء الفم هذه من تحورات.



شكل (١١) أجزاء الفم الماصة فى احدى الفراشات

١- الشفة العليا Labrum

صفيحة عرضية مضمحلة.

٢- الفكان العلويان Mandibles

مضمحلان تماماً- وكذلك تحت البلعوم.

٣- الفكان السفليان Maxillae

مختزلان ولا يمثلان إلا بخوذتيهما اللتين استطالتا بوضوح لتكونا معاً خرطوما طويلاً Probosis عند انضمامهما معاً وتشابكهما بخطاطيف خاصة بحيث تكونان ميزاباً يمر خلاله الرحيق أما عند عدم استعمالهما فتنفرجان عن بعضهما.

٤- الشفة السفلى Labium

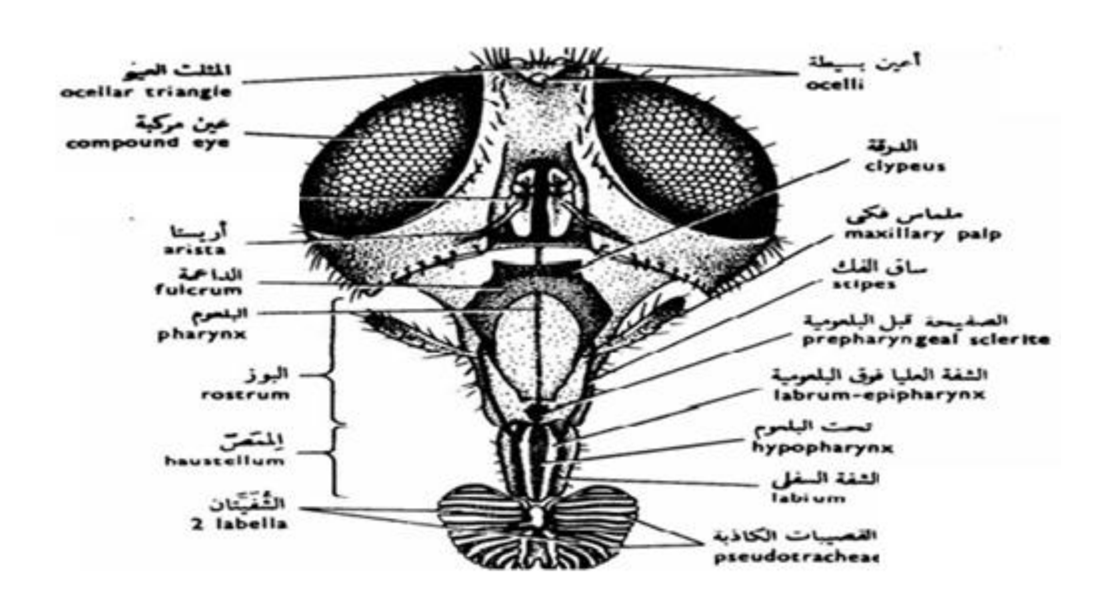
اختزلت فيما عدا ملماسيها الشفويين الكبيرين، علماً بأن هناك بعض الفراشات التى لا تتغذى فتكون جميع أجزاء فمها مختزلة لا حاجة لها بالإغتذاء.

أجزاء الفم اللاعقة Lapping mouthparts

ويمثل هذا النوع أجزاء فم الذبابة المنزلية.

والحشرة بهذا تستطيع أن تتغذى على السوائل والمواد الصلبة حيث تفرز عليها عصاراتها التى تحولها جزئياً إلى سائل يمكنها أن تتغذى عليه.

ويكون هذا النوع من أجزاء الفم من المناطق الآتية كما فى الشكل (١٢):



شكل (١٢) أجزاء فم لاعقة في الذبابة المنزلية

١- البوز Rostrum

وهو عباره عن صفيحه مخروطيه تمثل إمتداد للرأس وتعلوه الدرقه Clypeus وتليها صفيحه أخرى زورقية الشكل تدعى الداعمه Fulcrum ويحمل الفكان السفليان عند نهاية البوز ويمثلان بساقيهماوكذلك بملماسيهما الفكيين، حيث يتكون كل منهما من عقله واحدة.

٢- المِمَص Haustellum

ويتكون من شفة سفلى كبيرة بها ميزاب أمامي عميق تبيت فيه الشفة العليا فوق البلعومية Labrum epipharynx وكذلك تحت البلعوم Hypopharynx يوجد بالشفة العليا مجرى عميق على سطحها الخلفي بينما يوجد ميزاب على السطح الأمامي للسان، ويكون المجرى والميزاب معاً القناة الغذائية Food canal. ويتحد البلعوم في الناحية القريبة مع المرئ ويلتقي مع هذه القناة الغذائية عند طرفه البعيد.

وتوجد صفيحة قبل بلعومية صغير على شكل(U) عند ذلك المكان، وظيفتها حفظ البلعوم مفتوحاً.

٣- الشفيتان Labellae

وهما كبيرتان ويقطع سطحيهما الداخلي والسفلي قنوات مستعرضة يطلق عليها القصيبات الكاذبة Pseudotrachae التي تظل مفتوحة بمجموعات من الحلقات الكيتينية الغير الكاملة وتتجه القنوات جميعاً ناحية الفتحة الفمية التي تحيط بها صليبة بعيدة تشبه حدوة الحصان.

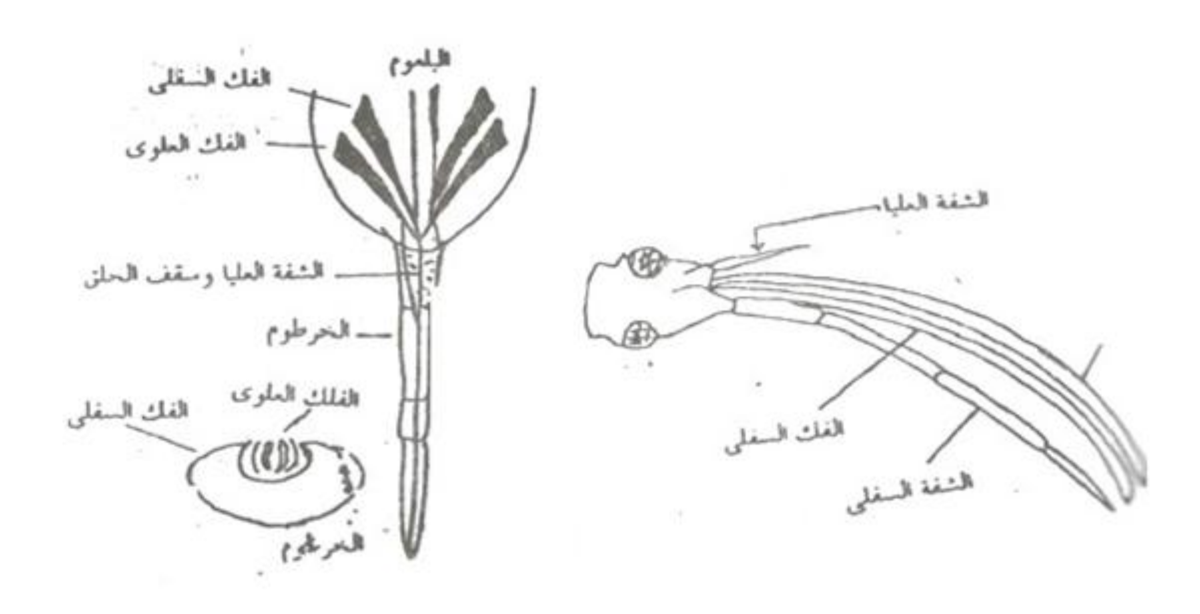
أجزاء الفم الثاقبة الماصة Piercing and sucking mouthparts

نمط آخر يشيع وجوده فى الحشرات الطفيلية، وهو نمط يلائم ثقب الأنسجة النباتية أوالحيوانية للنيل من عصيرها ودمائها وتتحور أجزاء الفم فى هذه الحالة إلى ما يشبه الأقلام والمخاريز ويمكن أن نرى من هذا النوع عدة تحورات فى حشرات شتى كما يلى:

١- أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى البق bugs

أ- الشفة العليا: قطعة صغيرة تقع فوق قاعدة الخرطوم شكل (١٣).

ب- الشفة السفلى: تكون خرطوماً ذا ثلاث عقل، وهى اسطوانية وطويلة وعلى سطحها العلوى يبيت فيه الفكان العلويان إلى الداخل والفكان السفليان للخارج وبكل منهما ميزاب بطنى فعندما تتقابل هذه الفكوك مع البوز يتكون بينهما أنبوبتان إحداهما ضيقة يطلق عليها المجرى اللعابى والأخرى أوسع قليلاً تدعى القناة الغذائية.



شكل (١٣)

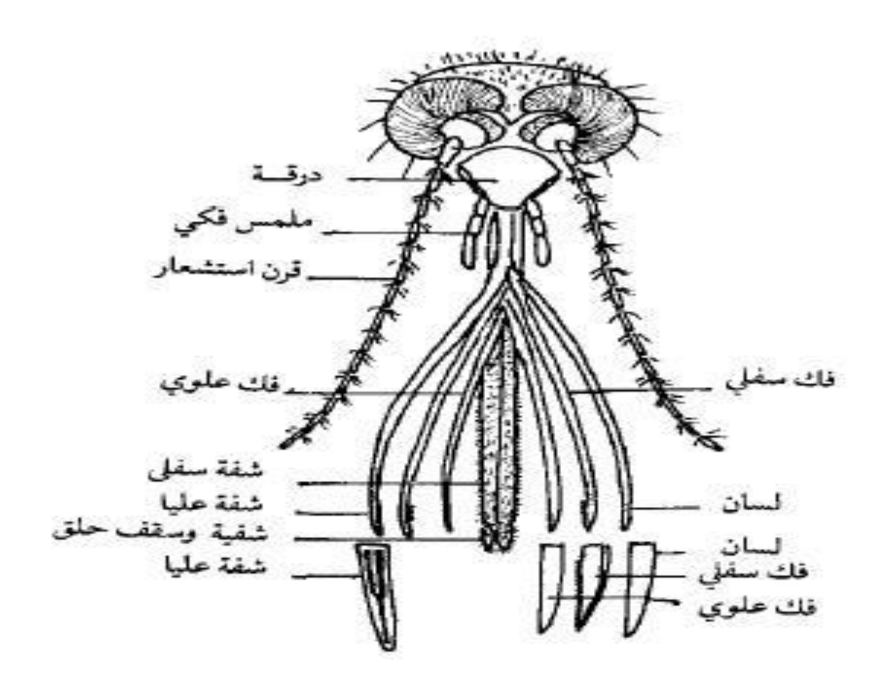
أجزاء فم ثاقبة ماصة في بقة بذرة القطن أجزاء فم ثاقبة ماصة في في حشرة من رتبة نصفية الاجنحة الى اليسار مع القطاع العرضى

٢- أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى أنثى بعوض الكوليكس Culex female:

وفيها تستطيل أجزاء الفم وتأخذ الشكل الإبرى، فتكون الشفه السفلى الخرطوم المستطيل الذى ينتهى طرفياً بشفيتين Labellae بينما يوجد على السطح العلوى للشفه السفلى ميزاب تغطيه ستة زوائد إبريه هى الشفه العليا فوق البلعوميه وتحت البلعوم والفكان العلويان وخوذتا الفكين السفليين وتتكون القناه الغذائيه بين الشفه العليا فوق البلعوميه التى تنطوى إلى أسفل ومن تحت البلعوم الواقع تحتها، بينما يمتد المجرى اللعابى داخل جزء تحت البلعوم.

وأما فى إناث بعوض الأنوفيلس *Anopheles* فإن الملماس الفكى يوازى فى طوله أجزاء الفم. أما فى بعوض الـ *Culex* فإن قصره يكون ملحوظاً.

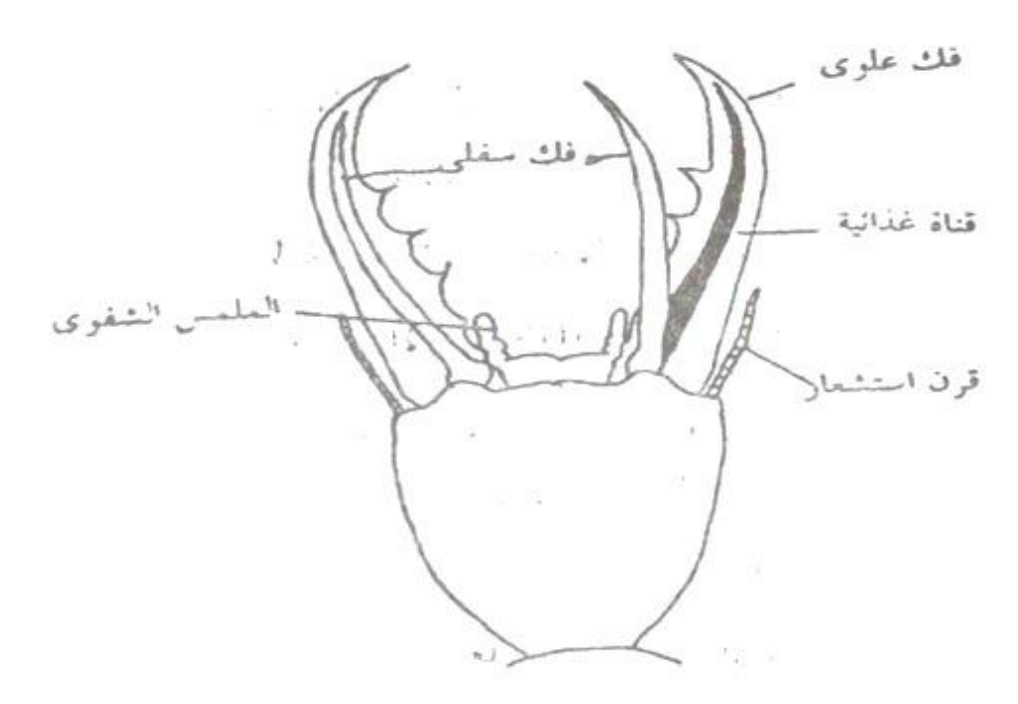
وأما ذكور البعوض فقد يغيب منها الفكان العلويان، وإن وجدا فيكون الفكان السفليان أطول منهما، ويلاحظ أن الملامس الفكية وقرون الإستشعار أغزر شعراً فى الذكور عنها فى الإناث ويميز قرون إستشعار الذكور عن الإناث تضخم العذق فى الذكر عنه فى الأنثى ويطلق على هذه الحلقة الخلخال Torus شكل (١٤).



شكل (١٤) أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى أنثى بعوض الكوليكس Culex female

أجزاء الفم المفترسة بالإمتصاص Predaceous suctorial mouthparts

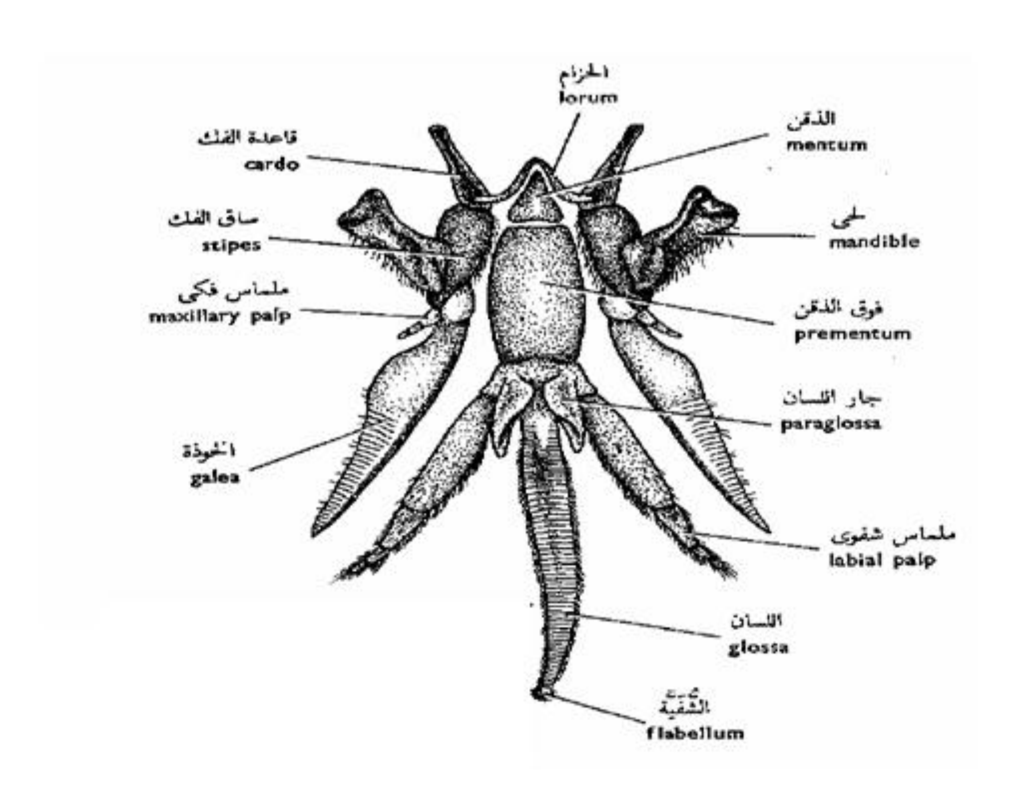
وفيها يتضخم الفكان العلويان بشكل واضح وماحوظ حيث يأخذان الشكل الملقطى وتصبح الحافه الداخليه لكل منهما مسننه ويوجد بالسطح السفلى لكل منها ميزاب يغطيه الفك السفلى وتضمحل الشفتان العليا والسفلى، بينما الملماسان الشفويان بوضوح ويفوقان قرنى الإستشعار حجماً.



شكل (١٥) يوضح أجزاء الفم المفترسة بالإمتصاص فى يرقة اسد النمل

أجزاء الفم القارضة اللاعقة Biting and Lapping mouth parts

وفى هذه الحالة نجد أن أجزاء الفم لا تثبت على وتيرة واحدة كما فى الأنواع السابقة، بل أن منها أجزاء تتحور للقرض وأخرى تستطيل لتقوم باللعق وخير مثال لذلك هو أجزاء فم شغالة نحل العسل شكل (١٦) والتى تتكون مما يلى:



شكل (١٦) يوضح **أجزاء الفم القارضة اللاعقة فى شغالة نحل العسل**

١- الفكان العلويان Mandibles

من النوع القارض ولكنهما فقدا تسنينهما واستعاضا عنه بشعر كثيف قوى حيث يستخدمان فى قرض المحيطات الزهريه لكى يصبح الرحيق فى متناولها وكذلك تقوم بتشكيل الشمع لبناء مشط العسل،

٢- الفكان السفليان Maxillae

ويمثلان بأجزائهما المختلفة غير أن خوذتيهما قد استطالتا كثيراً بينما أصبحت الشريحة أثرية ويختزل الملماسان الفكيان.

٣- الشفة السفلى Labium

ويدعمها قاعدياً صفيحتان مستعرضتان يطلق عليهما معاً الحزام يرتكز طرفاه على قاعدتي الفكين ويستطيل الملماسان الشفويان ويتكون كل منهما من أربع قطع. ويختزل جارا اللسينين إلى فصين صغيرين فى حين يستطيل اللسينان استطالة بينة ويكونان بذلك اللسين الذى يحمل طرفيه شفية

ملعقية الشكل. وعندما تنطبق الخوذتان والملماسان الشفويان واللسين فإنها تكون أنبوبه قويه تمتد داخل الزهره لتسحب ما تجود به من قطرات الرحيق.

وبعد أن أوقفناك معنا على بعض جوانب عظمة الخلاق العليم فلا يسعنا إلا أن نهتف معاً ونقول بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ:

" فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ " صدق اللهُ العظيم

ب- قرون الإستشعار Antennae

تحمل رأس الحشرة نوعاً آخر من الزوائد يطلق عليه قرون الإستشعار. ولكل حشرة زوج من هذه الزوائد يستوى فى ذلك الأطوار الغير يافعة أو الأطوار اليافعة وإن كانت قرون الإستشعار تختلف فى أشكالها ووظائفها تبعاً لإختلاف أنواع الحشرات. ويحمل قرنا الإستشعار على جانبى الجبهة وللداخل من العينين فوق صفيحة تدعى بصفيحة تدعى بصفيحة قرن الإستشعار Antennal plate وتغطى هذه الصفيحة نقرة يطلق عليها نقرة قرن الإستشعار Antennal socket وتتمفصل هذه الصفيحة مع جدار المحفظة الرأسية بغشاء رقيق هو Antennal membrane عن طريق درز قرن الإستشعار الدائرى Circumantennal sulcusوتحمل أولى عقل قرن الإستشعار على نتوء كيتينى من صفيحة قرن الإستشعار يطلق عليه المحور Pivot الأمر الذى يتيح لقرن الإستشعار حركة حرة فى جميع الإتجاهات. ويتركب قرن الإستشعار من مجموعة من القطع أو العقل أدناها ثلاثة كما سنبينه فيما يلى:

١- الأصل Scape

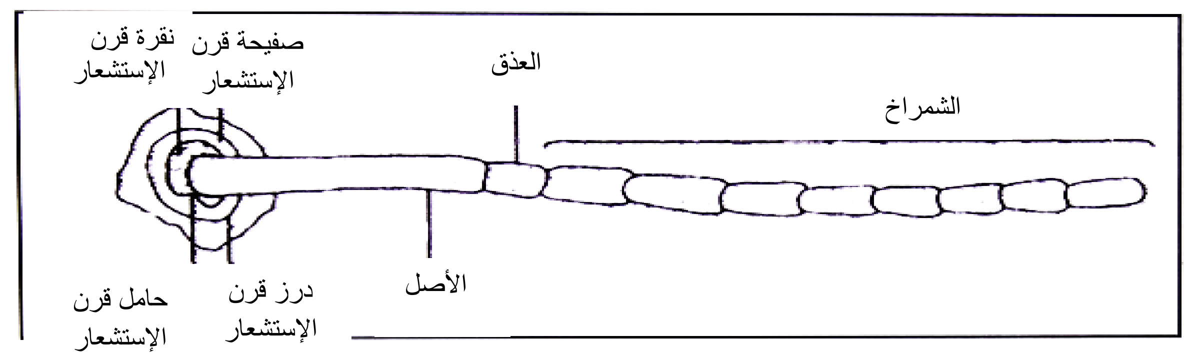
ونعنى به أولى عقل قرن الإستشعار التى تحمل على المحور.

٢- العذق Pedicel

ويقصد به العقلة التالية للأصل التى تعلوه.

٣- السوط Flagellum

ويطلق هذا الإسم على عقلة قرن الإستشعار التالية للعذق إن لم يوجد غيرها أو عليها وما يليها من عقل إن وجد. شكل (١٧-١).



شكل (١٧-١) يوضح قرن الاستشعار النموذجى

وترتبط عقل قرن الإستشعار على إختلافها بأغشية بينية رقيقة ولكل من الأصل والعذق عضلات خاصة تتحكم فى حركته أما السوط فى الحشرات المجنحة فيما عدا زوجية الأجنحة فتوجد للعقلة القاعدية منه والتى يطلق عليها Meriston عضلات تحركه كما لو كان عقلة واحدة. أما الحشرات زوجية الأجنحة Diptera والحشرات القافزة بالذنب *Collembola* فلكل قطعة سوطية عضلات تحركها بحرية.

أهم وظائف قرون الإستشعار في الحشرات Functions of antennae

١- من الوظائف الأساسية المنوطة بقرن الإستشعار وظيفة الحس ومن أجل ذلك فإن قرون الإستشعار تحمل العديد من الشعيرات الحسية Sensillae فمن هذه الشعيرات ما يقوم بوظيفة الحس اللمسية Contact أو يتخصص للشم Smell أو يقوم بظيفة لمسية تفاهمية بمعنى أن يتصل قرن إستشعار فرد بقرن إستشعار فرد آخر من نوعه كما فى حشرات النمل، ويزود قرن الإستشعار بمستقبلات حس كيماوية Chemoreceptors أو مستقبلات حس للرطوبة Hygroreceptors أو مستقبلات للحرارة Temperature receptors.
٢- ومن جهة أخرى فإن قرون الإستشعار قد تقوم بوظيفة أخرى غير الحس كالمساعدة فى عمليات التزاوج Mating فى حشرات البراغيث Fleas والحشرات القافزة بالذنب *Collembola* فيلف قرن إستشعار ذكر البرغوث أسفل الأنثى أثناء التزاوج. وهذا يعنى أن قرن الإستشعار الذكر قد يغاير قرن إستشعار أنثاه.

الأنماط المختلفة لقرون الإستشعار Types of antennae

تتباين قرون إستشعار الحشرات المختلفة تبعاً للوظيفة الرئيسية التى تقوم بها، وإليك طائفة من الأشكال المختلفة لقرون الإستشعار كما فى الشكل رقم (١٧-٢).

١- النمط أريستى (ذو الشوكة) Aristate type

ويتكون قرن إستشعار هذا النوع من ثلاث قطع، ويكون السوط ممثلاً بقطعة واحدة تمتاز بوجود شوكة يطلق عليها Arista وتحمل هذه الشوكة شعيرات جانبية تختلف بإختلاف أنواع الحشرات ومن الممكن أن تستغل كصفة تقسيمية. فقد تحمل تلك الشعيرات على كل من جانبى تلك الشوكة، كما فى الذبابة المنزلية.*Musca* sp أو يقتصر وجودها على جهة واحدة فقط كما فى ذبابة مرض النوم Tsetse fly وأما فى ذبابة اللحم *Sarcophaga* فإن هذه الشعيرات تكسو ثلثى الشوكة القاعديين بينما يخلو ثلثها الطرفى من تلك الشعيرات. ومن جهة أخرى فإن هذه الشوكة قد لا تحمل أية شعيرات كما فى بعض أنواع الذباب.

٢- النمط القلمى (المخرازى) Stylate type

وفيه يتكون السوط من قطعة تتدبب بشدة لتأخذ شكل القلم أو المخراز كما فى ذبابة مسرى *Tabanus taeniola*.

٣- النمط الشعرى Setiform type

ويمتاز بطول سوطه مع تحول عقله كلما إتجهنا نحو طرفه البعيد ليأخذ فى النهاية شكل الشعرة كقرون إستشعار الصراصيرCockroaches ومعظم حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة Orthroptera ويفيد طول قرن الإستشعار فى هذه الحالة فى الحس عن طريق اللمس Feelers.

٤- النمط الخيطى Filiform type

ويمتاز أيضاً بطول سوطه مع تشابه فى أحجام عقلة حيث يفصلها عن بعضها تخصرات بسيطة. ويمثله قرون إستشعار النطاطات Grasshoppers.

٥- النمط القلادى Moniliform type

ويمتاز بتشابه عقله حجماً وشكلاً، مع تخصر واضح بين تلك العقل فقد تأخذ العقل الشكل البيضاوى أو المستدير، ويشيع وجود هذا النوع فى حشرات متساوية الأجنحة Isoptera كالنمل الأبيض (القرضة) Termites.

٦- النمط الرأسى Capitate type

وهى نوع من القلادى إلا أن عقله الطرفية تتضخم بشكل ملحوظ دون سواها فتبدو كالرأس بالنسبة للسوط. ويمثله قرن إستشعار أنواع عديدة من حشرات رتبة غمدية الأجنحة مثل خنفساء الدقيق الصدئية *Tribolium castaneum*.

٧- النمط الصولجانى Clavate type

وهو يشبه النوع السابق إلا أن تضخم القطع الطرفية يكون متناسقاً مع القطع التى تسبقها ومثاله قرون إستشعار آباء دقيق التى تتبع رتبة الحشرات حرشفية الأجنحة Lepidoptera.

٨- النمط الصفائحى Lamellate type

ويمتاز بالتضخم الملحوظ لقطعه الطرفية وتفصصها بحيث تصبح أشبه بالصفائح المرتبة خلف بعضها كما فى الجعال المقدسه Scarab beetles وغيرها من الحشرات الغمدية الأجنحة.

٩- النمط المرفقى Geniculate type

وفيه تستطيل عقلة الأصل بوضوح، ويتجه بحيث تعمل زاوية مع بقية عقل قرون الإستشعار ويصبح شكله حينئذ شبيهاً بالمرفق كما فى حشرات النمل والنحل. وقد تكون نهاية قرن الإستشعار المرفقى قلادية أو صولجانية أو رأسية أو صفائحية تبعاً لإختلاف الأنواع التى توجد بها.

١٠- النمط المنشارى Serrate type

وتأخذ عقل هذا النوع الشكل المثلثى ولا سيما فى ثلثيه الطرفيين أو على الأقل فى نصفه الطرفى، وحينئذ يأخذ قرن الإستشعار شكل المنشار كما فى حشرة فرقع لوز*Agrypnus notodonta*.

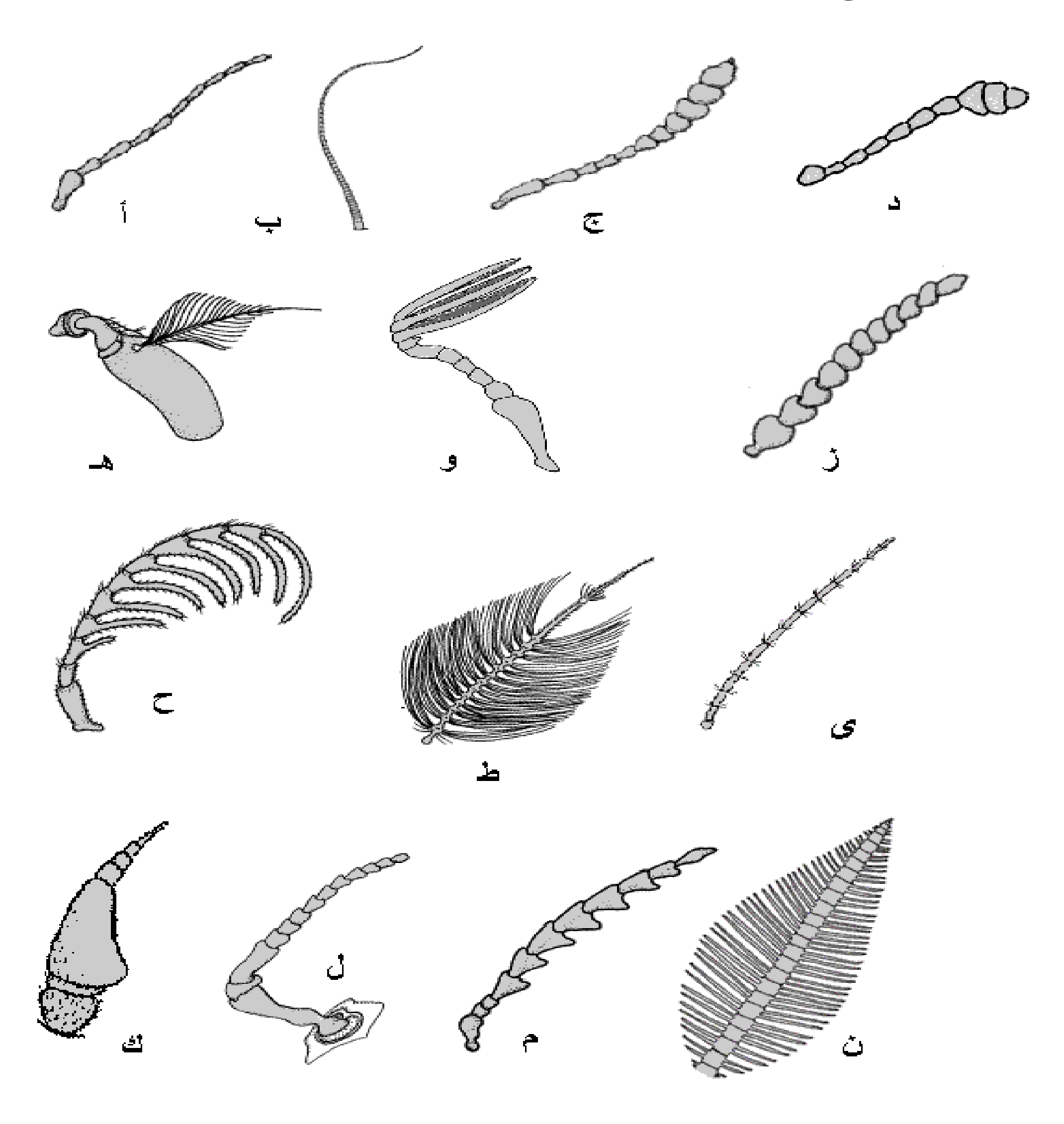
١١- النمط المشطى Pectinate type

وتطلق هذه التسمية على قرن الإستشعار الذى تبرز من كل قطعة زائدة اصبعية جانبية كما فى بعض أنواع الخنافس *Prionus agyptiause*، أوتخرج من كل عقلة زائدتان على كلا الجانبين

وعندئذ يسمى المشطى المضاعف Bipectinate ويوجد هذا النمط فى ذكو وإناث فراشة الحرير *Bombyx mori*.

١٢- النمط الريشى Plumose type

تأخذ عقله أشكالاً مختلفة فقد تكون من النوع الخيطى أو الشعرى أو العقدى بالإضافة إلى وجود دوائر من الشعر الدقيقة حول كل عقلة من عقله سواء كانت تلك الشعيرات قصيرة كما فى ذكور البعوض أو طويلة كما فى إناثه.

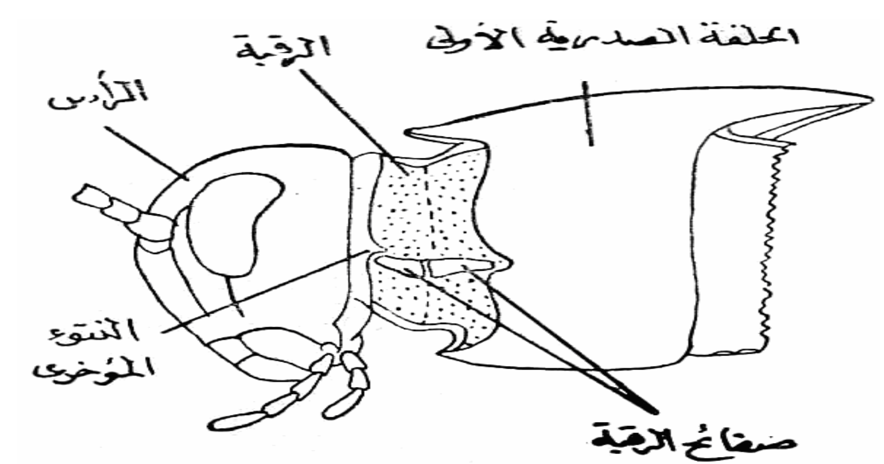


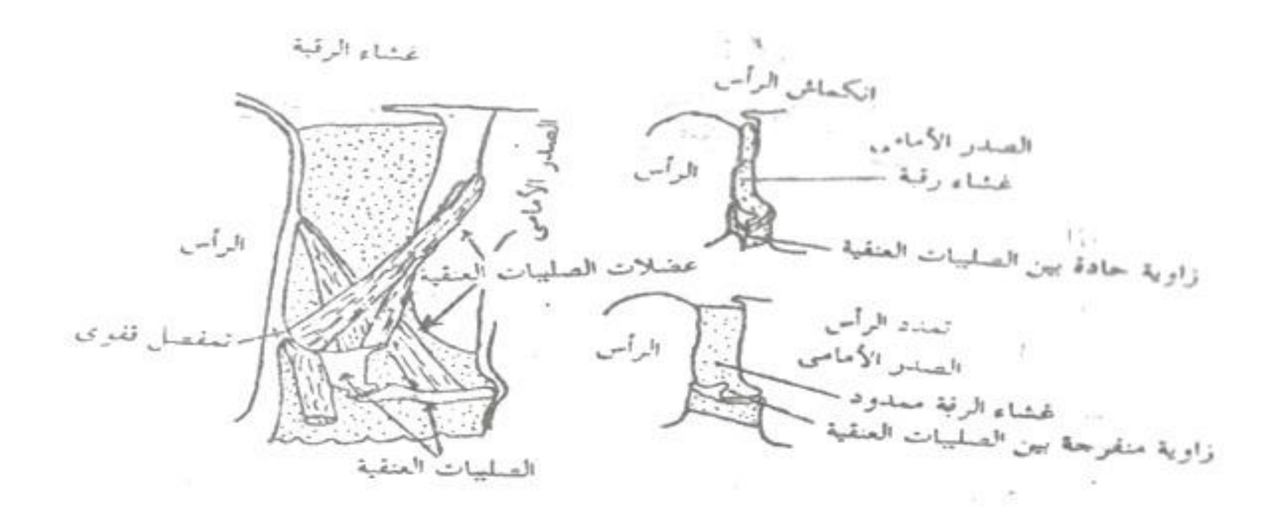
شكل(١٧-٢) :رسم تخطيط يبوضح قرون الاستشعار في الحشرات:
أ -خيطي ب -شعرى ج -صولجاني د -رأسي ه -اريستي
و -ورقي ز -قلادي ح -مشطي بسيط ن -مشطي مضاعف
ط -ريشي مضاعف ى -ريشى بسيط ك -مخرازي ل -مرفقى م -منشاري

ثانياً الصدر وزوائده The Thorax and appen :

الصدر هو المنطقة الرئيسية الثانية من مناطق جسم الحشرة، ويصله بالرأس حلقة غشائية رقيقة تتيح له حرية الحركة، ويطلق على تلك المنطقة الرقبة أو العنق Neck or Cervix وتمتد صفيحة الرأس القذالية (المؤخرية) إلى مقدم الصدر الأمامى، وتحمل العنق على كل من جانبيها زوجاً من الصفائح العنقية شكل (١٧). ويتمفصل مقدم أولى هاتين الحلقتين مع لقمة الرأس القذالية (المؤخرية)، بينما تتمفصل نهايتها مع مقدم الصفيحة الثانية، أما نهاية الصفحة الثانية فتتمفصل مع مقدم صفيحة الصدر الأمامى العلوية. وتتصل هاتان الفيحتان بمجموعة من العضلات التى تعمل على تحريكهما، فعند انقباضهما تقترب الرأس من الصدر وعند انفراجها تندفع الرأس للأمام.

ويتكون صدر الحشرة من ثلاث حلقات، يطلق على أولها الصدر الأمامى Prothorax أما الثانية فتعرف بالصدر المتوسط Mesothorax وأما الحلقة الثالثة فهى الصدر الخلفى Horax.

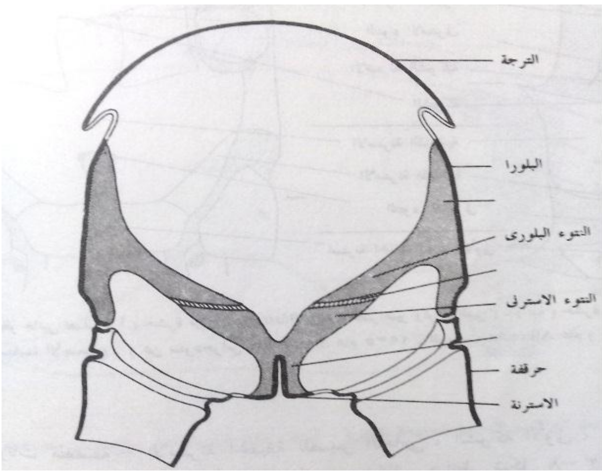




شكل (١٨) رسم تخطيطى يوضح صفائح الرقبة

تركيب حلقات الصدر Structure of thoracic segments

تتركب كل حلقة صدرية من المكونات التالية كما بينها شكل (١٩):



شكل (١٩) رسم تخطيطى لقطاع فى حلقة صدرية موضحا الهيكل الداخلى لكل من البلورا والاسترنة

١- صفيحة صدرية ظهرية Tergum or notum وتجمع على Nota Terga

٢- صفيحة بطنية (قصية) Sternum.

٣- غشاء البلورا Pleura :

وهما غشاءان جانبيان يرتبط كل منهما على حدة بجانبى الصفيحتين السابقتين (الظهرية والبطنية) وتتشابه الحلقات الصدرية الثلاثة في أشكالها الخارجية تشابها كبيرا في مجموعة الحشرات عديمة الأجنحة ،أما فى الحشرات المجنحة وبخاصة كلا رتبتي مستقيمة الأجنحة وغمدية الأجنحة Coleoptera فتتضخم صفيحة الصدر الأمامية الظهرية بصورة واضحة عما سواها في حين تتشابه صفيحتا الصدرين التاليين.

ويتصل بالصدر زوائد الحركة الرئيسية كالأرجل والأجنحة ، فتحمل كل حلقة صدرية في جهتها البطنية زوجا من الأرجل المفصلية ، أي أن للحشرة ستة أرجل ، ولذلك فقد تدعى الحشرات بذوات الأرجل الست Hexapoda ، فالمقطع الأول من هذه الكلمة Hexa يعني الرقم ٦ والمقطع الأخير من هذه الكلمة Poda يعني الأرجل ،أو قد يطلق عليها مع غيرها من مفصليلت الأرجل Arthropoda ، ومن جهه أخرى فان كلا من الصدر الأوسط والصدر الخلفي للحشرات اليافعة يحملان فى جهتيهما الجانبيتين من أعلى زوجا من الأجنحة ، ولذا فقد يطلق عليهما معا الصدر المجنح Pterothorax ، فيتحصل من ذلك أن للحشرة زوجين من الأجنحة - زوج أمامي وزوج خلفي.وقد يتحور الزوج الخلفي الى عضوين يعرفان بدبوسى التوازن أو عضوي الاتزان Balance organs كما في رتبة الحشرات ذات الجناحين ، كما يوجد زوج من الثغور التنفسية Spiracles في المنطقتين الجنبيتين للصدر المتوسط بالاضافة الى زوج أخر على جانبى الصدر الخلفي .

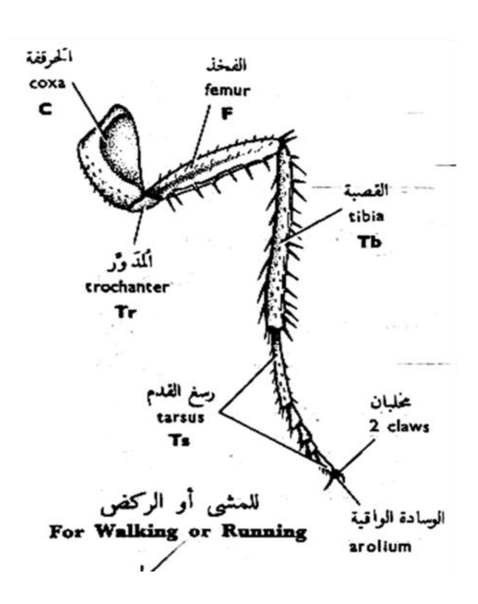
١- زوائد الصدر Thoracic appeddages

يتصل بمنطقة الصدر نوعان من الزوائد التى تستخدمها الحشرة فى الحركة والانتقال وهما:

أ- الأرجل The legs :

وتتكون الرجل من ستة أجزاء أساسية بيانها كالتالى :

١- الحرقفة Coxa : أولى قطع الرجل وتأخذ الشكل المخروطى، وتحتل منطقة من غشاء البلورا يطلق عليها تجويف الحرقفة، وترتفق مع البلورا بمحور واحد أو بمحورين تبعاً لأنواع الحشرات شكل (٢٠)



شكل (٢٠) التركيب النموذجى لرجل الحشرة، الرجل الخلفية فى الصرصور

٢- المدور Trochanter : وهى القطعة التى تلى الحرقفة وتصغرها حجماً وترتفق معها بسطحى تمفصل. وقد ينقسم المدور إلى قطعتين فتسمى القاعدية منها المدور ويطلق على القطعة الطرفية الرضفة Patella كما فى بعض حشرات رتبة الرعاشات Odonata ورتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera.

٣- الفخذ Femure : ثالثة قطع الرجل، وتتصل بنهاية المدور، والفخذ غالباً ما يكون صغيراً فى اليرقانات أما فى معظم الحشرات اليافعة فهو أخضم وأقوى أجزاء الرجل.

٤- القصبة (الساق) Tibia : أطول أجزاء الرجل، وقد تتساوى مع الفخذ فى طولها إلا أنها تصغره قطراً، وتحمل الساق فى نهايتها الطرفية شوكة أو مجموعة من الأشواك القوية يطلق عليها المهاميز القصبية Tiboal spurs.

٥- الرسغ Tarsus : يلى القصبة ويتصل بنهايتها، ويتكون فى معظم الحشرات من عدد من العقل التى تتراوح فيما بين ٢-٥ عقل، وتستغل كصفة تقسيمية للتمييز بين الأنواع المختلفة من الحشرات. ويطلق على كل قطعة من قطع الرسغ Tarsomere بينما تتمفصل قطع الرجل الرئيسية عن طريق تمفصل فإن قطع الرسغ تتصل ببعضها عن طريق أغشية مرنة، حتى ليمكنها أن تتحرك بحرية.

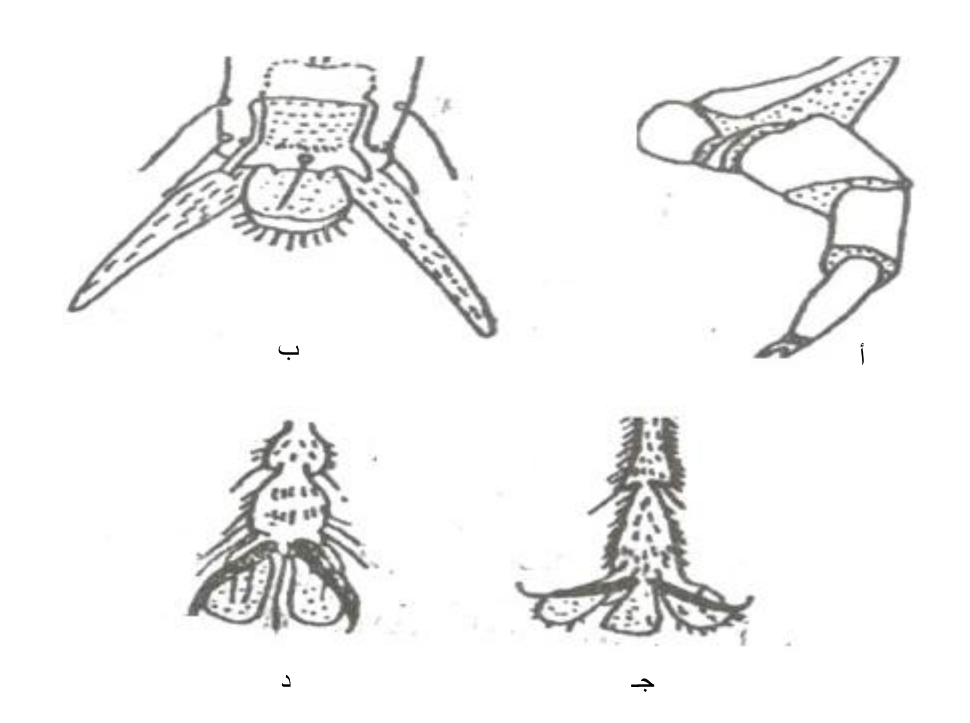
٦- الرسغ الأقصى Pretarsus : وهو الجزء الذى ينتهى به الرسغ، وقد يأخذ صوراً وأشكالاً مختلفة (شكل ٢١) فد يكون :

(أ) قطعة شبيهة بالمخلب Claw-like segment كما فى معظم اليرقانات (٢١-أ).

(ب) أو يكون زوجاً من المخالب يتوسطها جزء غض يعرف بالوسادة اللحمية Arolium كما فى النطاطات (٢١-ب).

(جـ) أو يكون عبارة عن وسادتين يعلو كلا منهما مخلب صغير ويطلق على تلك الوسادة المخلبية Pulvillus كما فى الذباب (٢١-ج) وقد يتخلل الوسادتين شوكة يطلق عليها Empodium (٢١-د).

وتفيد هذه التراكيب الطرفية فى تثبيت أرجل الحشرات التى توجد بها أثناء السير وبخاصة أثناء السير على الأسطح الملساء أو فى حالة السير ضد الجاذبية الأرضية.



شكل (٢١) صور و أشكال للرسغ الأقصي في أرجل الحشرات

ب) تحورات الأرجل Modification of the legs

تتحول أرجل الحشرات لتأخذ أشكالاً شتى تخدم الحشرة فى أغراض حياتها، وسوف نذكر تلك التحورات بشئ من التفصيل كما يلى :

١- رجل المشى Walking leg : وهذا هو الشكل النموذجى للأرجل كما هو الحال فى أرجل الصرصور وتتكون من أجزاء متناسقة شكل (٢٢-أ).

٢- رجل القفز Jamping leg : وهى الرجل الخلفية لبعض الحشرات التى تمارس عملية القفز كالجراد والنطاطات وفيها تتضخم الفخذ بشكل ملحوظ، وتأخذ الرجل شكل حرف (Z) أثناء الراحة على أن تنفرد كالزنبرك أثناء الوثب أو القفز شكل (٢٢-ب).

٣- رجل قنص Raptorial leg : ويشاهد هذا النوع من التحور فى الأرجل الأمامية للحشرات المفترسة والتى تتعقب فرائسها وتمسك بها حتى تلتهمها جزءاً جزءاً. ويمثل هذا النوع زوج الأرجل الأمامية لفرس النبى، وفيها تستطيل حرقفو الرجل بوضوح وكذلك يستطيل كل من الفخذ والقصبة ويوجد تجويف وسط الحافة الداخلية للفخذ تنمو على جانبيه أشواك قوية فى تثبيت الساق أثناء قبضها على الفريسة بالاشتراك مع الفخذ شكل (٢٢-جـ).

٤- رجل عوم Swimming leg : وفيها تتفرطح أجزاء الرجلين الخلفيتين كما يوجد على حافة كل منهما صف من الشعر الطويل وتعملان كالمجداف بالنسبة للحشرات المائية كما

فـى البقـة المائيـة الكبيـرة *Lethocerus niloticus* امـا ارجلهـا الاماميـة فتتحـور للقنص (٢٢- د).

٥- رجل تنظيف Cleaning leg : وينتـاب هذا التحـور الأرجل الأماميـة لبعض الحشرات وبخاصة حشرات حرشفية الأجنحة من آبـاء دقيق والفراشـات وكذلك نحل العسل ليسـاعد فى تنظيف قرون الاستشعار وأجزاء الفم. ويتمثل ذلك فى انحناء مهماز القصبة إلى الداخل فى حين تتكون حفرة مكسوة بالشعر الكثيف علـى أولـى قطع الرسغ فيمر العضو المراد تنظيفه فى هذا المكان شكل (٢٢- و).

٦- رجل حفر Digging leg : ويرى هذا النوع من الحشرات الحافرة كالجعال وكلاب البحر ويظهر ذلك بوضوح فى الأرجل الأمامية التى تقصر قطعها وتمسك وتظهر الأسنان القوية على القصبة ليمكنها القيام بعملية الحفر بينما يختزل الرسغ أو يضمحل شكل (٢٢-ى).

٧- رجل جمع Collecting leg : وتلاحظ ان التحور الذى طرأ على هذا النـوع إنمـا هو فـى تضخم أولـى عقل الرسغ بحيث تفوق حجم القصبة، مع وجود تجويف بينهمـا يعرف بسلة حبوب اللقاح Pollen basket. كما ينمو على السطح الخارجى لتلك العقلة مجموعات من الأشواك القوية والطويلة التى تتراص مع بعضها فى صفوف عرضية يطلق عليها جميعاً فرشـاة جمـع حبـوب اللقـاح Pollen brush وأوضـح مـا يـرى هذا النمـوذج فـى الأرجـل الخلفية نحل العسل شكل (٢٢- ز).

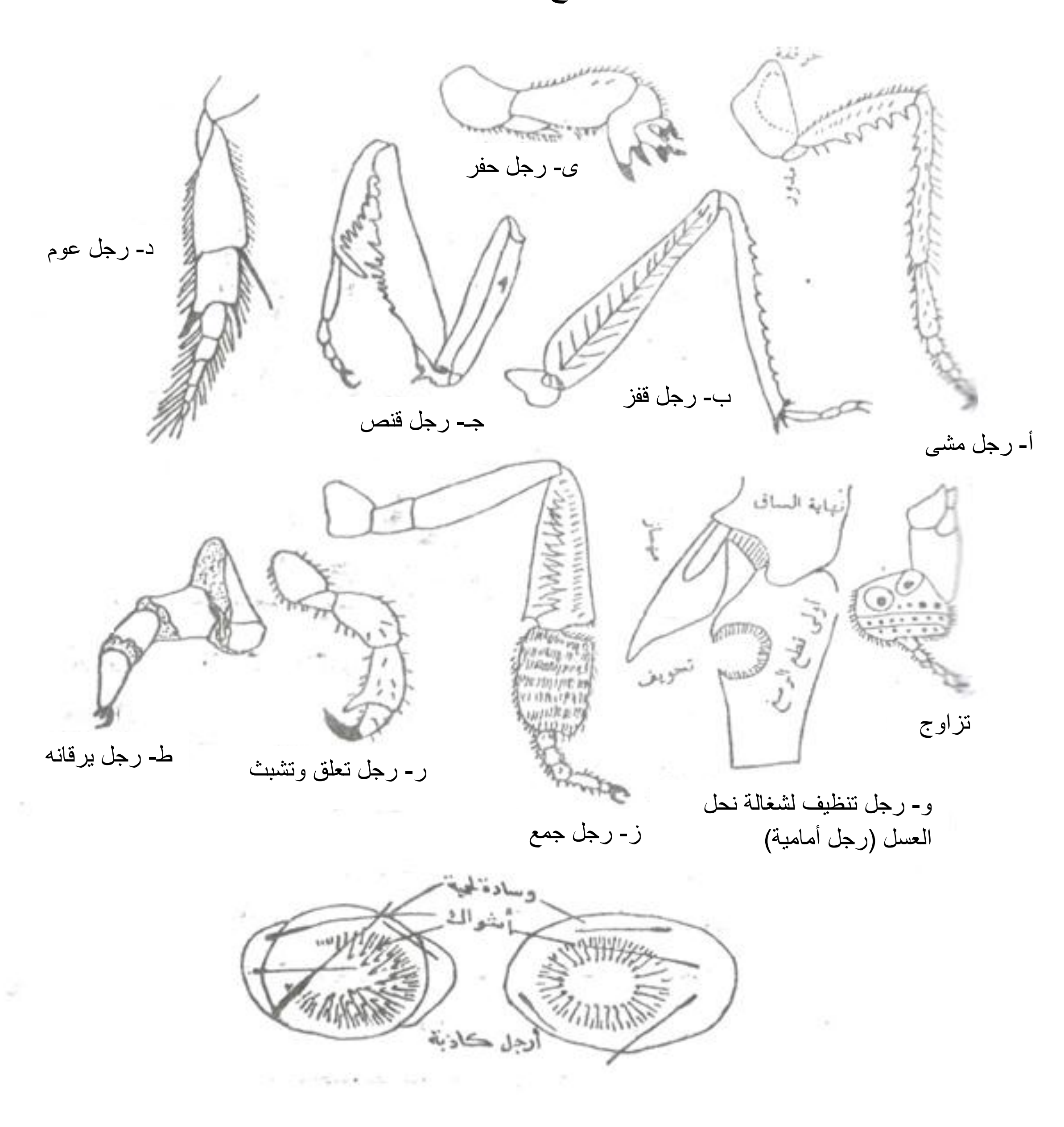
٨- رجل تعلق Clinging leg : وفى هذا النوع تنتهى القصبة بمهماز منحنـى إلـى أعلـى فـى حين يتكون الرسغ فى عقله واحدة تنتهى بمخلب منحنى أيضـاً فـى مقابلـة المهمـاز القصبى ليساعد الحشرة على التثبت بعائلها. ويرى هذا النموذج فـى الحشـرات المتطفلـة مثل أنـواع القمل المختلفة Lice التى تتبع رتبة العمل الماص Anoplura شكل (٢٢-ح).

٩- رجل تـزاوج Grooming leg : وتمتـاز ذكـور بعض الحشرات المائيـة بتفرطح حلقـات الرسغ الثلاث القاعديـة فـى أرجلهـا الأماميـة، وينمو وسـائد تشبه الممصـات وكذلك وجـود بعض الأشواك الغديـة ذات الإفراز الخـارجى حيث تفرز إفرازات لزجـة ممـا يتيح للذكر الإمساك بأنثاه أثنـاء عمليـة التسـاقد أو التـزاوج كمـا هو الحـال فـى خنفسـاء. *Diticus* sp. المائية. وقد يساعد هذا التحور على العوم أيضاً وإن كان السائد أن التحور الذى يطرأ على الأرجل بغرض العوم إنما هو الأرجل الخلفية شكل (٢٢-هـ).

١٠- رجل اليرقات Larvl legs : تمتاز يرقانات الجعال. أما اليرقانات حقيقية بسيطة التركيب وقد تكون قوية كما فى يرقانات الجعال. أما اليرقانات الأسطوانية Eruciform للحشرات الحرشفية الأجنحة فتحمل نوعين من الأرجل وهما :

أ) أرجل حقيقية True legs : وهى ثلاثة أزواج صدرية شكل (٢٢- ط)

ب) أرجل كاذبة Proleges : وهى عبارة عن أزواج من الوسائد اللحمية. وتوجد على كل من الحلقات البطنية أرقام ٣، ٤، ٥، ٦، ١٠ وتنتهى كل وسادة بمجموعة من الخطاطيف التى تختلف فى أعدادها وأشكالها باختلاف أنواع الحشرات.



شكل (٢٢) تحورات الأرجل فى الحشرات

ب- الاجنحه فى الحشرات The Wings of insects :

يرجع نجاح الحشرات كحيوانات أرضية واسعة الانتشار إلى قدرتها الفائقة على الطيران. فللحشرات اليافعة زوجان من الأجنحة يوجدان على كل من الحلقتين الصدريتين الثانية والأخيرة وهو ما يطلق عليه اصطلاح الصدر المجنح Prerothorax والجناح عبارة عن امتداد خارجى لجدار الجسم يقع فى الجهة الظهرية الجانبية بين الصفيحة الظهرية والبلورا، ويتكون الجناح من غشاء رقيق ذى طبقتين إحداهما علوية والأخرى سفلية. ويدعمه من الداخل شبكة من العروق الأنبوبية التى تكونت نتيجة لتصلب طبقة الجليد وانفصال طبقتى الجناح فى تلك المواضع. ويوجد بداخل تجويف معظم هذه العروق قصيبات هوائية دقيقة وأعصاب مع ملاحظة أن هذه العروق تتصل بالتجويف الدموى لتسمح بمرور الدم من خلال الدورة الدموية عن طريقها. وتكون الأجنحة فى المراحل الحنينية على هيئة براعم ثم تنمو لتصل إلى الصورة النهائية لها حيث تأخذ أشكالاً وأحجاماً مختلفة تبعاً لاختلاف الأنواع الحشرية التى تحملها، وقد اختلفت الآراء والنظريات فى اصل نشأة أجنحة الحشرات ولكن الذى تتجه إليه أكثرية آراء المختصين هو الرأى القائل أن أجنحة الحشرات نشأت طبقاً لنظرية النتوءات الصدرية Paranotal theory.

(١) شكل الجناح :

يحد الجناح بثلاث حواف يطلق عليها :

١- الحافة الأمامية Anterior or costal margin :

وتوجد فى مقدمة الجناح عند وسطه.

٢- الحافة الخلفية الداخلية Anal or inner margin :

وهى التى تلتصق بجسم الحشرة عند انطباق الجناح.

٣- الحافة الخارجية (القمية) Outer or apical margin وهى التى تصل طرفى الحافتين السابقتين من الخارج.

وتحصر تلك الحواف ثلاث زوايا هى :

١) الزاوية القاعدية (العضدية) Jumeral angle :

وهى التى تنحصر بين كل من الحافتين الأمامية والخلفية.

٢) الزاوية الأمامية (القمية) Apical angle : وتحدها كل من الحافة الأمامية والخارجية.

٣) الزاوية الخلفية Anal angle : ويحيط بها كل من الحافة الخارجية والحافة الخلفية وينبغى الإشارة إلى وجود الأجنحة أو غيابها قد استغل كصفة تقسيمية هامة عى نحو ما سنفصله عند الحديث عن تصنيف الحشرات.

(٢) آلة طيران الحشرات:

من الجدير بالذكر أنه وإن كانت قاعدة الجناح غشائية فإنها تحتوى على مجموعة من الصفائح الكيتينية القوية الصغيرة التى تلعب أدواراً هامة فى تحريك الأجنحة، حيث تتصل العضلات المحركة للأجنحة بهذه الصفائح اتصالاً مباشراً.

وهناك نوعان من العضلات المحركة لأجنحة الحشرات بيانها كالتالى:

١- عضلات غير مباشرة Indirect muscles :

وهى عضلات ضخمة وقوية يتحرك الجناحان بمقتضاها حركة علوية سفلية. ونعنى بها العضلات الصدرية وهى نوعان :

أ) عضلات ظهرية بطنية Tergi-sternal muscles

وهى العضلات التى تمتد بين كل من الصفيحة الظهرية البطنية لكل حلقة صدرية من حلقتى الصدر المجنح. وبانقباضها تنضغط الحلقة الصدرية فيرتفع الجناح فإذا ما انبسطت تلك العضلات اتسع الصدر وانخفض الجناح تبعاً لذلك.

٢- عضلات ظهرية طولية Doros-logitudinal muscles :

وهى التى تصل صفائح الصدر الظهرية وتتعاون مع النوع السابق من العضلات فى تحريك الأجنحة حركة علوية سفلية.

ب) عضلات مباشرة Direct muscles

وهى العضلات التى تصل ما بين غشائى البلورا والصفائح القاعدية للأجنحة وبواسطتها تتحرك الأجنحة حركة أمامية خلفية.

نظام تعريق الاجنحه Wing venation or neuration

يتكون نظام تعريق الأجنحةمن شبكة من العروق الطولية المميزة يطلق عليها Longitudinal veins التي تمتد بطول الجناح٠ ويربطها مجموعة أخرى من العروق المستعرضة يطلق عليهاCross veins وهناك نظام افتراضي لترتيب تلك العروق Hypothetical Wing venation: كما يظهر من الشكل رقم (٢٣)٠ مع ملاحظة أن أجنحة الحشرات الدنيا تظهر بشكل المروحة عند فردها كما هو الحال في ابرة العجوز Labidurariparia : وبالاضافة الى ذلك فان العروق الرئيسية منها ما يظهر محدبا ويأخذ الاشارة(+) ومنها ما هو مقعر ويرمز له بالاشارة (-)٠ واليك بيان بأهم العروق الجناحية.

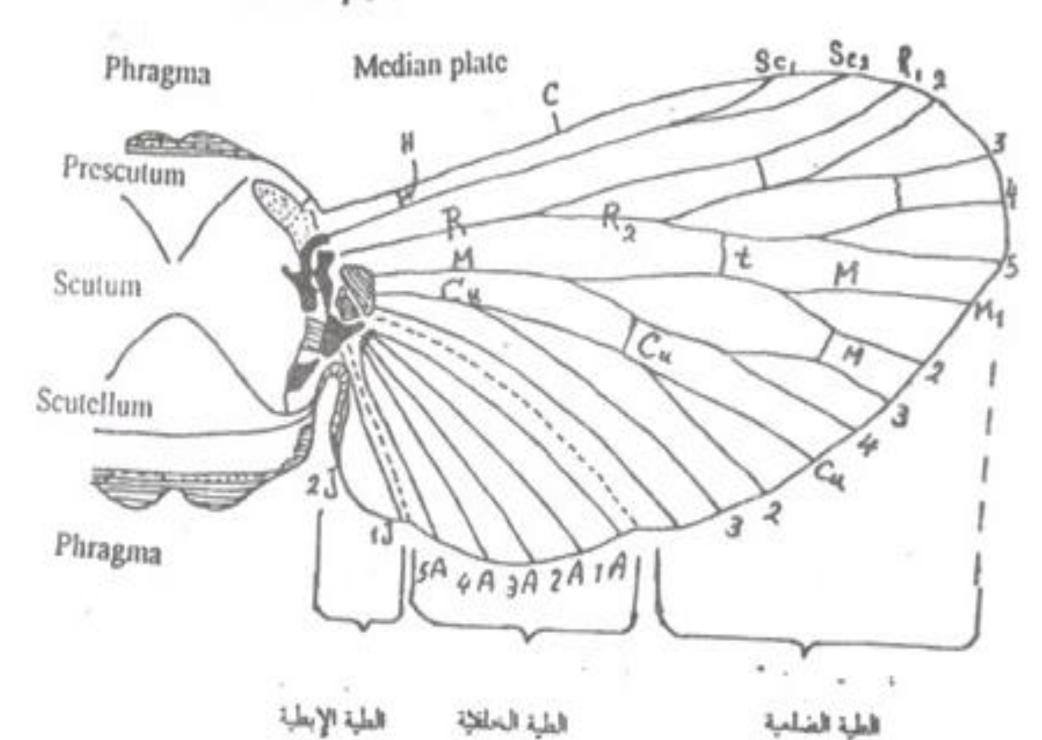
أ- العروق الرئيسية Essential veins : وترتب من الأمام الى الخلف على النحو التالي:

١- العرق الضلعيCostal vein: ويوجد ملتصقا بحافة الجناح الأمامية أو خلفها بقليل يرمز له ب(C)٠

٢- العرق الضليعيSub- costa : ويلي العرق السابق ويرمز له ب(Sc) وقد يتفرع الى فرعين فيرمز لهما بSc_1وSc_2

٣- العرق الشعاعيRadius : ويرمز له بالحرف(R) ويتفرع الى فرعين يمتد احداهما الى الحافة الخارجية بدون تفرع ويدعى(R_1) أما ثانيهما فيتفرع الى اربعة أفرع هي R_5,R_4,R_3,R_2,R_1 ولهذا فيطلق عليه القطاع الشعاعيRadial sector ويرمز لقاعدته بالحرفين(Rs) ٠

٤- العرق الوسطىMedia : ويرمز لقاعدته بالحرف(M) ويتفرع الى فرعين هما الوسطى الأمامي Anterior media ويرمز له بالحرفين(MA)٠ والوسطى الخلفي posterior media ويرمز له بحرفي(MP) ٠ويتفرع كل منهما الى فرعين فيتحصل من ذلك على أربعة عروق هي (M_4-M_3-M_2-M_1)٠



العروق الأساسية : ض = C الضلعى
ت ض = SC تحت ضلعى
ك = R الكعبرى
و = M الوسطى
ز = Cu الزندى
خ = A العروق الخلفية

العروق العابرة : ف = h كتفى
ك = r كعبرى
ق = S قاطع كعبرى
ك-و = R-M كعبرى-وسطى
و = M وسطى
و-ز = M-Cu وسطى-زندى
ز-خ = Cu-a زندى-خلفى

Phragma = حاجز
Prescutum = صلية أمامية
Scutum = صلية
Scutellum = صليبة
Postcutellum = صلية خلفية

Humeral plate = الصفيحة او الفرص العضدى
Median plate = الصفيحة أو القرص الوسطى

شكل (٢٣) الصفيحة الظهرية الثانية ، والأصلاب الإبطية ، والنظام الفرضى النموذجى للتعريق فى جناح الحشرة

٥- العرق الزندي Cubitus : ويرمز له بحرفي (Cu) ويتفرع الى فرعين هما Cu_2,Cu_1 ٠
ويطلق على مجموعة العروق السابقة مجتمعة الطيه الضلعيةCostal fold ٠
٦- العروق الخلفيةAnal veins : وهي عبارة عن ثلاثة عروق تنتظمها ثنية واحدة يطلق عليها الطيه الخلفيةfoldAnal وتأخذ هذه العروق الرموز A_3,A_2,A_1 وهناك طيه أخرى غير معروفة يطلق عليها الطيه الأبطية Gugal fold٠

ب- العروق العابرة Cross veins:

وهي التي تصل العروق الأساسية ببعضها ويختلف عددها باختلاف أنواع الحشرات٠ ولكن على أى حال فان أسماءها مزيج من اسمي العرقين الطوليين الذين تصلهما ببعضهما فالعرق العابر الذي يصل الشعاعى بالعرق الوسطى يسمى بالشعاعي الوسطي ويرمز له بالرمز (R-M) وهكذا٠

ويطلق على المساحات الجناحية التي تنحصر بين العروق الرئيسية والعروق القاطعة لها الخلايا الجناحية wing cellsThe واذا كانت محاطة من جميع جوانبها بالعروق فيطلق عليها خلية مغلقة Closed cell ، أما اذا لم تكن محاطة من احدى جهاتها فيطلق عليها الخلية المفتوحةOpened cell ٠

(٣) تحورات الأجنحة Modifications of wings :

تتحور الأجنحة الأمامية بصورة أو بأخرى كما فى الشكل رقم (٢٤) إلى ما يلى :

١- الجناح الجلدى Leathary : وقوام هذا الجناح متين ويميل شكله إلى الطول والضيق ويغطى الجناح الخلفى فى حالة الراحة كما فى الصرصور الأمريكى.

٢- الجناح الغمدى Horny : ويأخذ الشكل الزورقى غالباً ويمتاز بقوته وصلابته ويطلق عليه الغمد Elytron لما يضفيه على الجسم من حماية ووجوده صفة مميزة لرتبة كبيرة من الحشرات هى غمدية الأجنحة Order coleoptera.

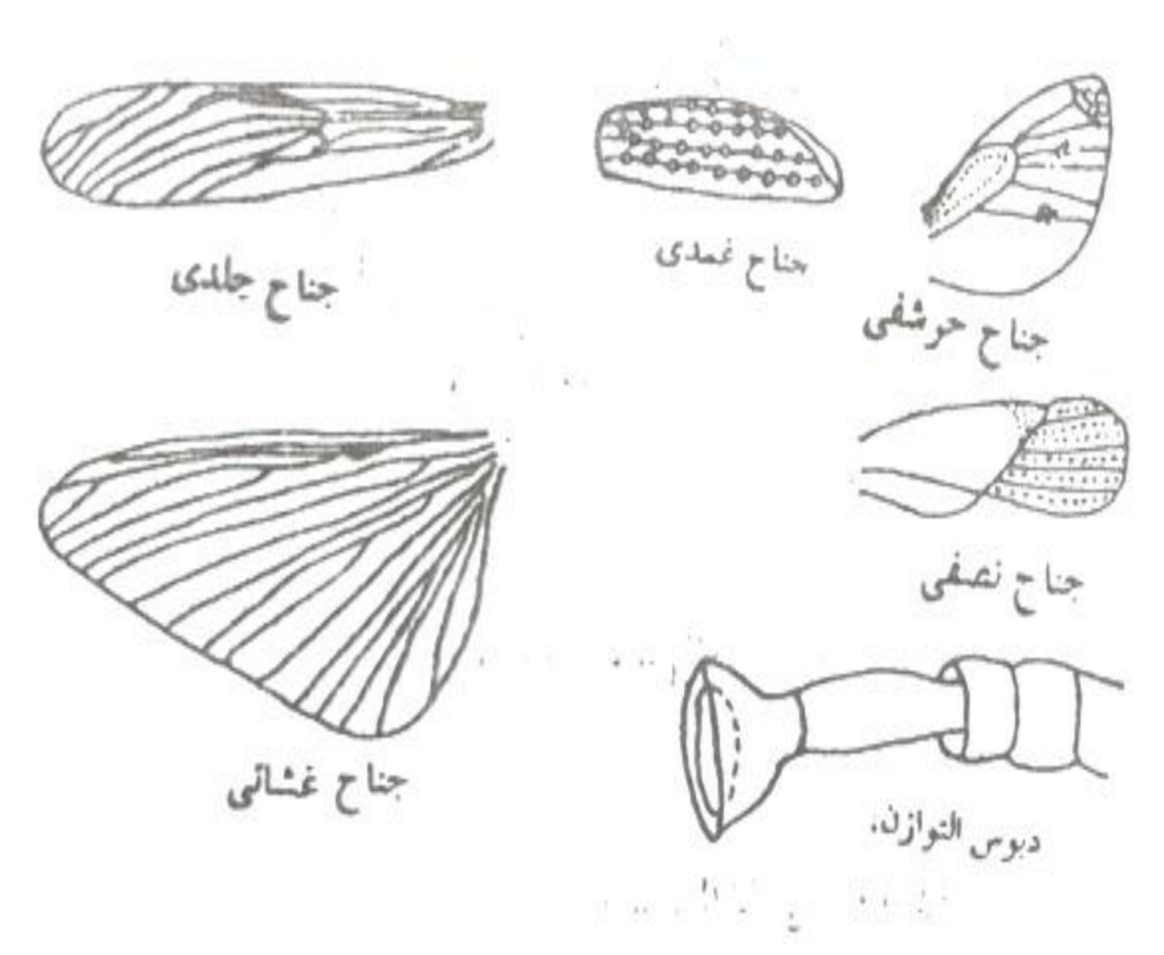
٣- الجناح النصفى Hemi-elytra ونصفه القاعدى جلدى القوام أما نصفه القمى فغشائى القوام ويمثله الجناح الأمامى لحشرات رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera ومنها حشرة بق ورق البطيخ *Aspongopus viduatus*.

٤- الجناح الغشائى Membran : ويمتاز برقته وشفافيته كالأجنحة الخلفية لمعظم الحشرات وتنحصر وظيفته فى الطيران.

٥- الجناح الحرشفى Scaly : وهو جناح غشائى تكسوه نموات دقيقة تعرف بالحراشيف Scales تكسب الحشرة ألواناً بديعة. وهو من الميزات الأساسية لرتبة الحشرات حرشفية الاجنحة Lepidoptera.

٦- جناح هدبى Hairy : وهو جناح ضيق للغاية ويمتاز الأهداب الطويلة التى تكسو حوافه وهو من الصفات المميزة للحشرات هدبية الأجنحة Thysanoptera ومنه تربس القطن *Thrips tabaci*.

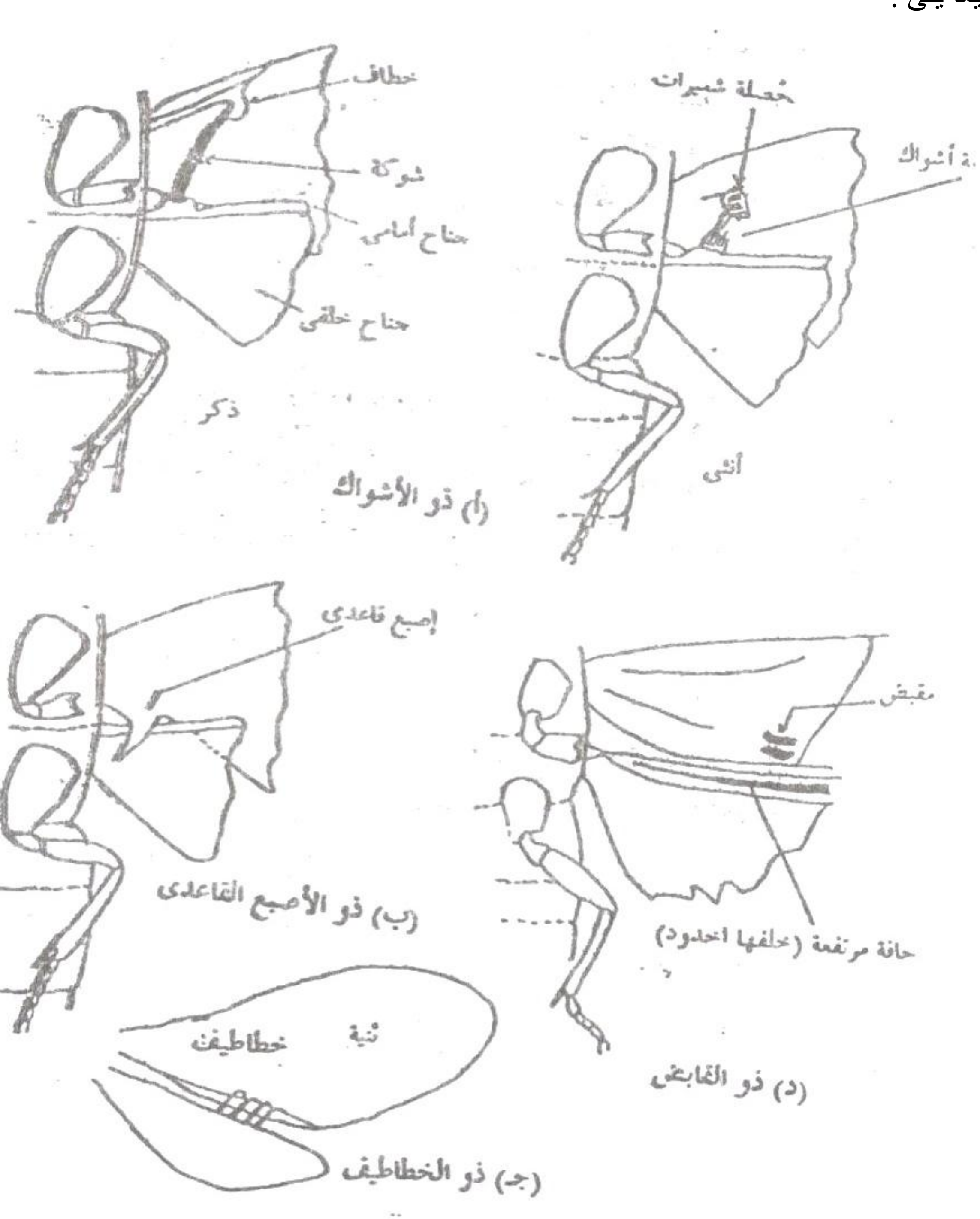
٧- دبوسا التوازن Halters : جناحان متحوران عن الجناحين الخلفيين لكل حشرات الذباب وذكور الحشرات القشرية من فصيلة Coccidae ويتكون كل منهما من جزء قاعدى عريض يدعى الجراب Scabellum يمتد منه جزء رفيع يعرف بالخصر أو الحامل Stalk وفى نهايته الطرفية توجد عقدة رأسية Capitellum.



شكل (٢٤) تحورات الأجنحة فى الحشرات

(٤) آلات شبك الأجنح Wing-coupling Apparati :

قد تتحرك أجنحة الحشرة الواحدة حركة مستقلة كما فى حشرات البعاسيب (الرعَّاشات). أما فى الحشرات التى تحتاج إلى الهجرة لمسافات غير قصيرة فمن الأجدى أن تعمل الأجنحة مجتمعة، كل زوج يتحرك كجناح واحد. وهناك عدة طرز لآلات شبك أجنحة الحشرات شكل (٢٥) نذكر جانباً منها فيما يلى :



شكل (٢٥) رسم تخطيطى يوضح بعض أشكال جهاز شبك الأجنحة

١- الطراز الخطافى Hamulate : وفيه يبرز الحافة الامامية للجناح الخلفى مجموعة من الخطاطيب Hamuli تشتبك مع شبه تتوسط الحافة الخلفية للجناح الأمامى أثناء الطيران. كما فى رتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera.

٢- الطراز ذو الأشواك Franate type : ويشيع وجود هذا النوع من فراشات عائلة Sphngidae، وبه نستطيع تمييز الذكر عن الأنثى. حيث توجد مجموعة من الشعيرات القوية فى حالة الإناث أو تلتحم لتكون شوكة (واحدة فى حالة الذكور) على الحافة الأمامية للجناح الخلفى، تتجه للأمام حيث تشتبك مع خصلة من الشعر فى حالة الإناث أو بخطاف Hook على قاعدة العرق الضليعى (Sc) للجناح الأمامى فى حالة الذكر. أو توجد على قاعدة العرق الزندى (Cu) لجناح الأنثى الأمامى.

٣- جهاز الشبك ذو القابض Clip type : حيث يوجد أسفل الجناح الأمامى قابض Clip كيتينى صلب يتكون من نتوئين صغيرين موازيين لحافة الجناح ويميلان نحو الخلف ليقبضا أثناء الطيران على جزء مرتفع صغير ظاهر فى الحافة الأمامية للجناح الخلفى وعند تحرك الأجنحة أثناء الطيران ينزلق هذان النتوءان بسهولة فى أخدود يقع أسفل هذا المرتفع وموازٍ لهذه الحافة. ويمثل هذا النوع بعض أفراد حشرات نصفيه الأجنحة Hemiptera.

٤- جهاز الشبك الوجنى Jugate type : وفيه تمتد زائدة هيكلية من قاعدة الحافة الخلفية للجناح الأمامى تسمى الوجنى Jugum لتمتد أسفل المنطقة القاعدية للجناح الخلفى المقابلة لها. وفى نفس الوقت تتراكب المنطقة الخلفية للجناح الأمامى على المنطقة الأمامية للجناح الخلفى. ويشاهد هذا النوع فى بعض أنواع الفراشات التابعة لفصيلة Hapialidae.

ثالثاً : البطن وزوائدها The abdomen and its appendages:

البطن هى المنطقة الثالثة والأخيرة فى جسم الحشرة، وتتكون من سلسلة من الحلقات المتشابهة، والتى يظهر التحليق فيها بصورة أوضح منه فى كل من منطقتى الصدر والرأس، ويقدر عدد هذه الحلقات فى الحالة النموذجية – بإحدى عشرة حلقة، بالإضافة إلى قطعة أخرى، طرفيه تدعى الدبر أو الذيل Telson. ويمكن أن ترى تلك الحلقات جميعاً بوضوح كما فى الحشرات اليافعة لعائلة Acrididae ومنها الجراد. وقد يحدث اختزال بعدد حلقات البطن بدرجات متفاوتة تبعاً لأنواع الحشرات، فقد ينخفض هذا العدد إلى تسع حلقات كما فى حشرات الذباب اليافعة، وقد تصير ٦ حلقات كما فى الحشرات القافزة بالذنب *Collembola* وتجدر الإشارة على أن النقص العددى لحلقات البطن هذه قد يكون أمراً حقيقياً، وقد يكون ظاهرياً كما فى الحالات التى تتداخل فيها الحلقات البطنية الخلفية وتتراكب مع بعضها كتداخل أجزاء المنظار Telescope وتظهر أولى حلقات البطن بوضوح فى معظم الحشرات بحيث يمكن تمييزها عن الصدر الخلفى، هذا باستثناء رتبة الحشرات ذو الخصر Apocrita التى تندرج تحت رتبة الحشرات الغشائية الأجنحة، حيث تلتحم الحلقة البطنية الأولى مع الحلقة الصدرية الثالثة ليكونا معاً جزءاً نحيلاً يطلق عليه الخصر Propodeum شكل (٢٦).

١- تركيب حلقات البطن Structure of abdominal segments :

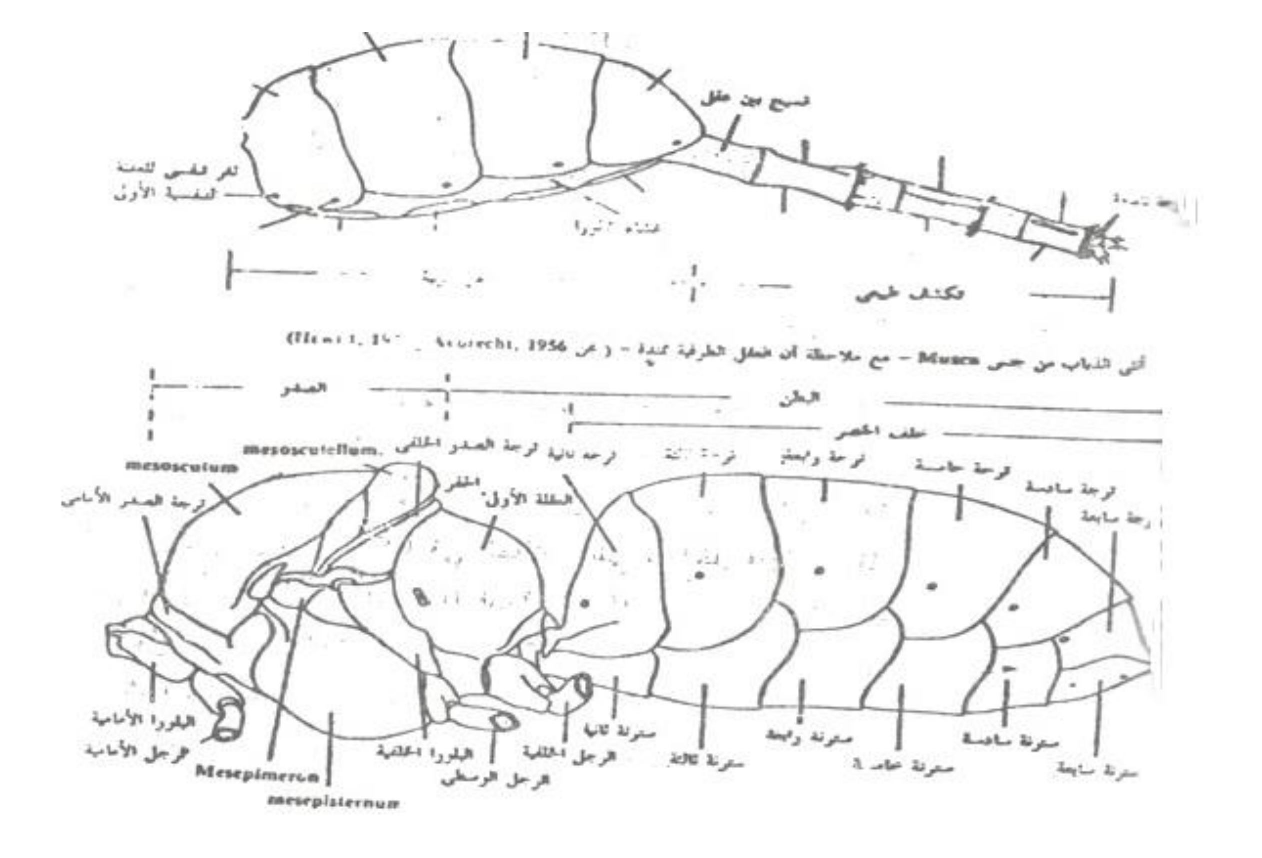
تتركب الحلقات البطنية النموذجية – كما هو الحال فى الحلقات الصدرية – مما يلى :

١- صفيحة ظهرية Tergum.

٢- صفيحة بطنية (قصية) Sternum.

٣- الغشاءان الجانبيان Pleura.

وقد تكون تلك المكونات جميعاً غشائية كما هو الحال فى يرقانات كل من حشرات رتبة ذات الجناحين Diptera أو توجد بعض الصفائح الصغيرة المرنة فى كل من منطقتى الصفيحة الظهرية والصفيحة البطنية بينما يخلو غشاء البلورا من تلك الصفائح تماماً. وفى حالات أخرى نرى كلا من الصفيحة الظهرية والصفيحة البطنية تامة التكوين وقوية فى حين يكون الغشاءان الجانبان خاليان تماماً من الصفائح أو قد يرصعان ببعض الصفائح الدقيقة كما فى خنفساء جنس Calosoma ويوجد على جانبى كل حلقة بطنية زوج من الثغور التنفسية فى غشائى البلورا.



شكل (٢٦) منظر جانبى لمنطقتى الصدر والبطن فى جنس Apis
(يظهر الخصر بوضوح)

٢- زوائد البطن The abdominal appendages :

يعتقد أن الحشرات قد انحدرت من أسلاف برية شبيهة بعديدات الأرجل Myriapoda التى تحمل كل حلقة من حلقات أجسامها زوجاً من أرجل المشى وهذه الزوائد شبيهة بأرجل الحشرات الحالية والتى تحمل على منطقة الصدر، وعليه فإن بطون بعض الحشرات قداختلف من بعض حلقاتها تلك الزوائد تماماً وعلى الأخص بعد المراحل الجنينية، فى حين تحورت زوائد بعض الحلقات الأخرى لتناسب غرضاً خاصاً من أغراض حياة الحشرة على نحو ما سنبنيه بعد :

أولاً : يمكننا تقسيم حلقات البطن إلى ثلاث مجاميع كما يلى :

١- الحلقات الحشوية أو ما قبل الحلقات التناسلية Visceral or pregenital segments ويقصد بها حلقات البطن الأمامية السبع والتى تحتوى أغلب الأحشاء، وغالباً ما تظهر واضحة ومتشابهة مع بعضها.

٢- الحلقات التناسلية Genital segments وتطلق هذه التسمية على الحلقات البطنية التى تحمل الزوائد الخارجية للأجهزة التناسلية فى كل من الذكر (الحلقة التاسعة والعاشرة) والأنثى (الحلقة الثامنة والتاسعة) وترى هذه الحلقات بوضوح أقل من سابقتها.

٣- الحلقات خلف التناسلية Postgential segments : وتشمل ما بقى من حلقات بطن كل من الذكر والأنثى. وتحمل من الزائد ما يساعد على اتمام العمليات التناسلية أو ما يَتَخَصَّصْ لغرض أو لآخر من أغراض حياة الحشرة.

ثانيا : تختلف الحشرات فيما تحمله من زوائد على بطونها تبعاً لاختلاف أنواعهان بل أنها فى النوع الواحد تختلف باختلاف أطواره فللأطوار الغير يافعة زوائد تغاير تغير زوائد الأطوار اليافعة. وأيضاً تختلف تلك الزوائد بحسب رقى تلك الأنواع.

وفى العادة فإن حشرات المجاميع الدنيا أو عديمة الأجنحة Apterygota تحمل الأطوار اليرقانية للحشرات المجنحة أى زوائد على حلقاتها البطنية وعلى الأخص الحشرات كاملة التبدل Holometa-bolous باستثناء يرقانات الحشرات الحرشفية الأجنحة التى تحمل أرجلاً بدائية يطلق عليها Prolegs أما الحشرات الناقصة التبدل فتحمل جميع حلقات البطن فى بعضها زوائد ورقية كما فى حوريات ذباب مايو، أو توجد تلك الزوائد على الحلقات الخلفية فقط كما فى حوريات الرعاش. أما الأطوار اليافعة فلا تحمل الحلقات الحشوية لبطونها أية زوائد بصفة عامة، أما الحلقات الخلف تناسيلية فتوجد بصورة وأشكال مختلفة.

ومن جهة أخرى فإن زوائد بطون الأطوار الغير يافعة للحشرات الغير مجنحة تماثل تلك التى توجد فى أطوارها اليافعة حيث أن التبدل فيها من النوع البسيط أو المعدوم.

أ- مجموعة الزوائد اللاتناسلية Non-Reproditive appendages

وتشتمل هذه المجموعة على الأنواع التالية :

١- عضو القفز Furcula or springing organ :

وهو عبارة عن نوعين من الزوائد البطنية لرتبة الحشرات القافزة بالذنب *Collembola* النوع الأول من هذه الزوائد يسمى القابض Catch هو زوج قصير يوجد على السطح السفلى للحلقة البطنية الثالثة. أما النوع الثانى وهو الزنبرك فهو عبارة عن زائدة توجد أسفل الحلقة البطنية الرابعة وهى زائدة ذات طرف مشقوق. ففى حالة الراحة يكون الزنبرك مشتبكاً مع القابض. أما حينما ينفض الاشتباك بينهما بقوة فإن ذلك يعمل على قفز الحشرة وتحريكها. هذا بالإضافة إلى وجود زائدة أنبوبية أخرى توجد على السطح السفلى للحلقة البطنية الأولى وتقوم بإفراز مادة لزجة تساعدالحشرة على السير على الأسطح الملساء شكل (٢٧).

٢- الملامبس البطنية Styli or abdominal palps :

وهى عبارة عن آثار الأرجل البطنية لحشرات السمك الفضى، وتحمل كل حلقة بطنية زوجاً من هذه الزوائد فى جهتها البطنية.

٣- القرنان الشرجيان Anal Cerci :

وهما زائدتا الحلقة البطنية الحادية عشرة أو العاشرة حينما لا يوجد أزيد منها، ويلاحظ أن الحلقة البطنية الحادية عشر إذا وجدت فيمثلها صفيحة ذنبية ظهرية Epiproct ويحيط بها من جانبيهما البطنيين صفيحتان يطلق عليهما Paraprocts ويحمل القرنان الشرجيان حنيئذ على غشائى هذه الحلقة اللذان يربطان كلا من صفيحتى Paraprocts بصفيحة Epiproct من الجانبين أما إذا لم توجد هذه الحلقة فإن القرنين الشرجيين يحملا على الحلقة البطنية العاشرة. ولهذه القرون الشرجية أشكال شتى منها:

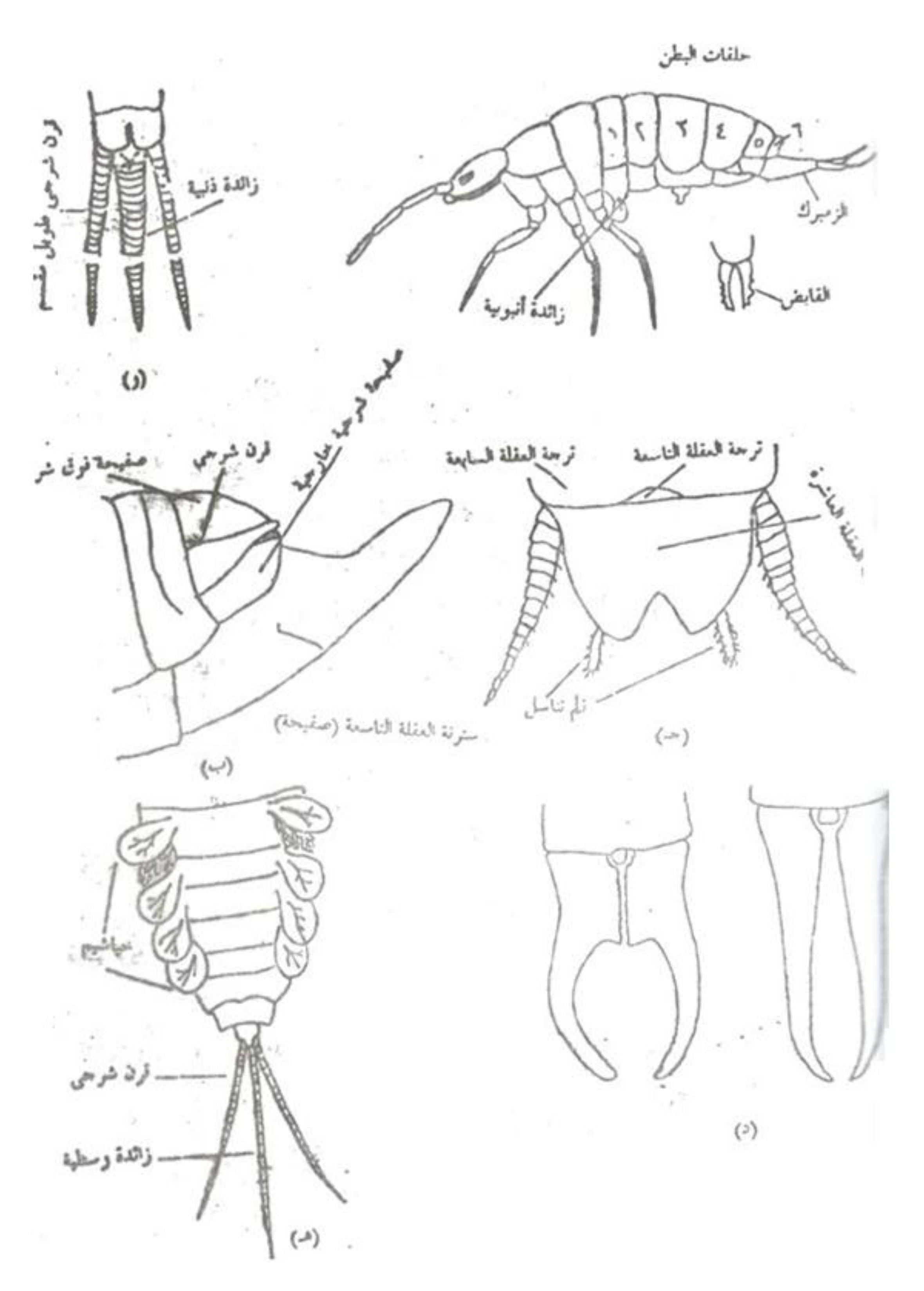
أ- قرون شرجية قصيرة وغير مقسمة إلى قطع كما فى الجراد شكل (٢٧-ب)

ب- قرون شرجية قصيرة مقسمة إلى قطع كما فى الصرصور الأمريكى شكل (٢٧-جـ)

جـ- قرون شرجية طويلة مقسمة إلى قطع كما فى السمك الفضى وحشرة ذباب مايو. وغالباً ما يتوسط هاتين الزائدتين فى مثل هذه الحشرة زائدة ذنبية وسطية Caudal filament (٢٧-و).

د- قرون شرجية متحورة إلى ملاقط قرنية Forceps للافتراس الرعاش وذبابة مايو شكل (٢٧-هـ).

والقرنان الشرجيان يستخدمان بصفة أساسية، وعليه فإنهما تزودان بأعداد وفيرة من الشعيرات الحسية، فعن طريقهما تتعرف الحشرة على اتجاه حركة الريح، وفى بعض الأحيان قد يستخدمان فى أحكام قبضة الذكور على أناثها أثناء عمليات التزاوج وفى حشرات جلدية الأجنحة Derwings يستخدمان فى اصطياد الفرائس أى فى القنص.



شكل (٢٧) يوضح الأشكال المختلفة للقرون الشرجية في بعض الحشرات

ب- الزوائد التناسليه Reproductive appendages :

تطلق هذه التسمية على أعضاء التناسل الخارجية والتى تحمل الحلقتان البطنيتان الثامنة والتاسعة فى جهتيهما البطنيتين فى حالة أناث الحشرات، أو تلك التى تحمل على الحلقة التاسعة فى ذكور الحشرات. وسنوضح كلاً منهما فيما يلى :

أولاً : آلة وضع البيض Female genitalia or ovipositor :

عادة ما توجد الفتحة التناسلية الخارجية Gonopore لإناث الحشرات على أو قريباً من السطح البطنى للحلقة البطنية الثامنة أو التاسعة، هذا باستثناء حشرات رتبتى ذباب مايو وجلدية الأجنحة حيث توجد تلك الفتحة أسفل الحلقة البطنية السابعة. وفى معظم رتب الحشرات لا توجد تراكيب خاصة لوضع البيض كما فى حشرات رتبة غمدية الأجنحة وذات الجناحين، ولذلك فإن حلقات البطن الطرفية تستطيل وتتداخل كتداخل المنظار حتى أنها لتكون وضعاً بسيطاً من آلات وضع البيض، وفى هذه الحالة يوضع البيض على الأسطح مباشرة ولا يحتاج إلى عمليات طمر وإخفاء.

أما فى الحشرات الأخرى فيوجد جهاز خاص بعملية وضع البيض يتكون من عدة زوائد شكل (٢٨-أ) هى :

١- الصمامان البطنيان Ventral valves وهما زائدتان الحلقة البطنية الثامنة.

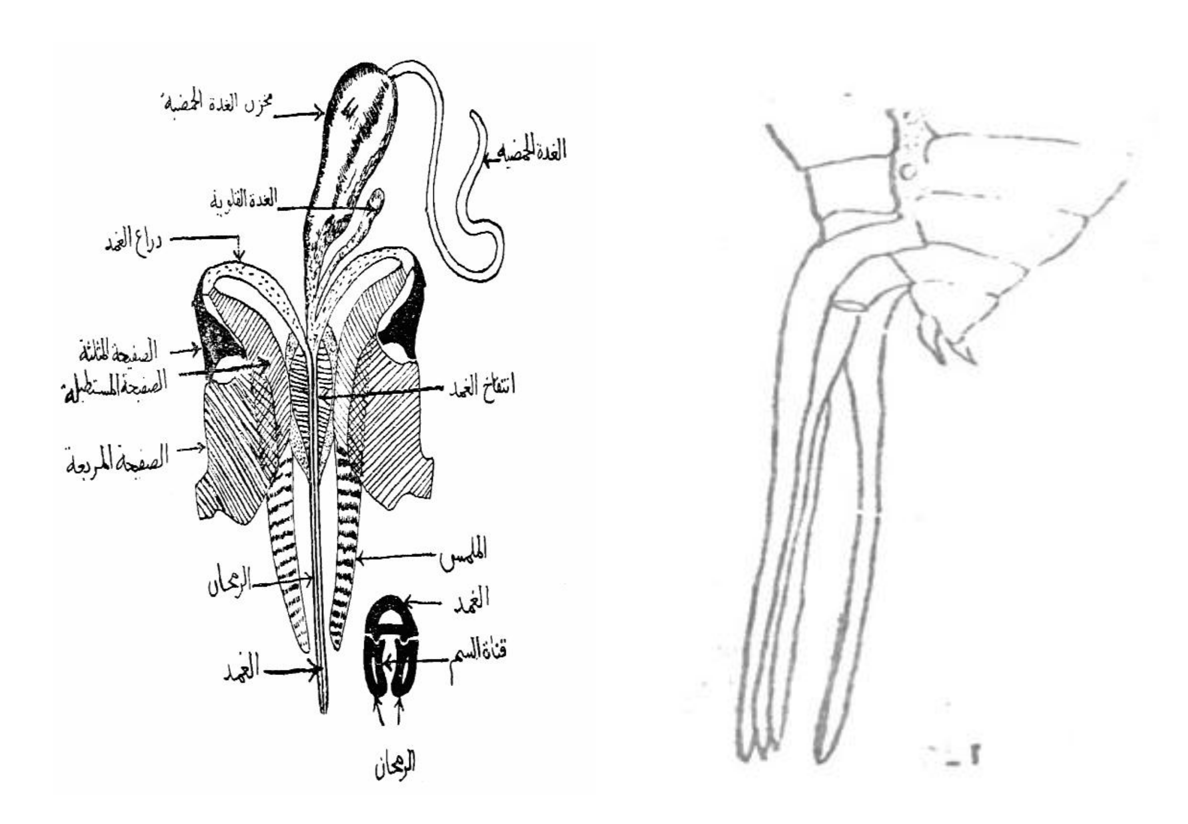
٢- الصمامان الداخليان Inner valves.

٣- الصمامان الخارجيان Outer valves وهى زوائد الحلقة البطنية التاسعة.

وقد تؤدى آلة وضع البيض وظائف إضافية بجانب وضع البيض كما فى الجراد، أو استخدامها فى الدفاع كما فى حشرات رتبة غشائية الأجنحة وإليك بيان لآلة اللسع فى شغالات نحل العسل شكل (٢٨-ب).

١- الصمامان البطنيان : وقد تحورا إلى رمحين أو مخرازين.

٢- الصمامان الداخليان : وقد اتحدا معاً وتكون منهما الغمد Sheath.



شكل (٢٨) أ- يوضح جهاز خاص لعملية وضع البيض

ب- اله اللسع في شغالة كل العسل محورة عن آلة وضع البيض

٣- الصمامان الخارجيان : وقد تحورا إلى زائدتين شبيهتين بالملامس Pupl-like process ويتضخم الغمد عند قاعدته ليكون بصلة عضو اللسع Bulp of sting وهذه تتفرع عند قاعدتها يعرفان بذراعى العمد Aarms of sheath ولكل رمح ذراعى قاعدى يسير بمحاذاة ذراع الغمد المقابل ويرتبط به.

ويلاحظ أن كلا من الرمحين والغمد ينضمان إلى بعضهما بإحكام حيث تتكون قناة السم ويتكون عضو اللسع أيضاً Organ الذى يزود بأشواك خطافية تتجه إلى الخلف.

ومن ناحية أخرى فإنه توجد عدة صفائح تساعد آلة اللسع فى مهمتها، وقد نشأت تلك الصفائح هى الأخرى من الصفائح القصية لحلقات البطن التناسلية وهى :

١- الصفيحتان المثلثتان Traingular plates :

وتنشآن من الصفيحة القصية الثامنة، وتتصل كل منهما بذراع الرمح المقابل من طرفه البعيد.

٢- الصفيحتان المربعتان Quadrate plates :

ومصدرهما الصفيحة القصية البطنية التاسعة، وتتصل كل منهما بنهاية الصفيحة المثلثية المقابلة.

٣- الصفيحتان المستطيلتان Oblong plates :

ومصدرهما الصفيحة القصية البطنية التاسعة أيضاً، وتقع كل من هاتين الصفيحتين فى الجهة الداخلية من الصفيحتين السابقتين. وتتصل قاعدة كل من هاتين الصفيحتين بالنهاية البعيدة لذراع الغمد، بينما تحمل نهايتاهما البعيدة زائدتين ملماسيتين. وينشأ عن الصفيحة القصية البطنية التاسعة أيضاً غشاء يغطى بصلة عضو اللسع. ولا شك أن تلك الصفائح تعمل عمل الروافع فتسهل مهمة الدفاع لدى الحشرة، ولكنه دفاع من نوع غريب يكلف الحشرة حياتها حيث أنها إذا أرادت أن تنزع آلة اللسع من جسم غريمها انفردت أشواك كل من الرمحين والغمد ونتيجة لقوة التجاذب لا تلبث آلة اللسع أن تنفصل وبذا تكون تلك بداية النهاية لتلك الحشرة.

وهناك مكان خاص فى الحلقة البطنية السابعة بالحجرة التناسلية Genital chanber تغمد فيه الحشرة آلة اللسع إذا ما ساد الأمن فى محيطها، أما إذا شعرت بخطر يهددها فسرعان ما تسل هذا العضو من جرابه وتذيق عدوها لاسع سمها. وحتى نجيب على السؤال الذى يراودك الآن وما هى حقيقة هذا السم فإننا نجيب أن هناك غُدداً ملحقة بآلة اللسع تفرز بعض المواد الكيماوية التى إذا أفرغت داخل جسم الغريم أحدث آثارها المؤلمة وهذه العدد نوعان هما :

١- الغدد الحمضية Acid glands وهى عبارة عن زوج من الغدد الأنبوبية التى تصب كل منهما إفرازها مستقلة عن الأخرى فى قناة خاصة أو تصبان معاً فى قناة مشتركة تؤدى إلى مخزن خاص وهو كيس السم Poison sac حيث يفتح الكيس عند بداية بصلة آلة اللسع وتفرزان مادة ذات تأثير حمضى.

٢- العدد القلوية Alkaline glands : وهى غدة أنبوبية واحدة تفرز مادة قلوية التأثير، وتصب إفرازها هذا عند بداية بصلة اللسع وبجوارها فتحة كيس السم، وباختلاط هذين الإفرازين معاً يحدث الإحساس بالآلم.

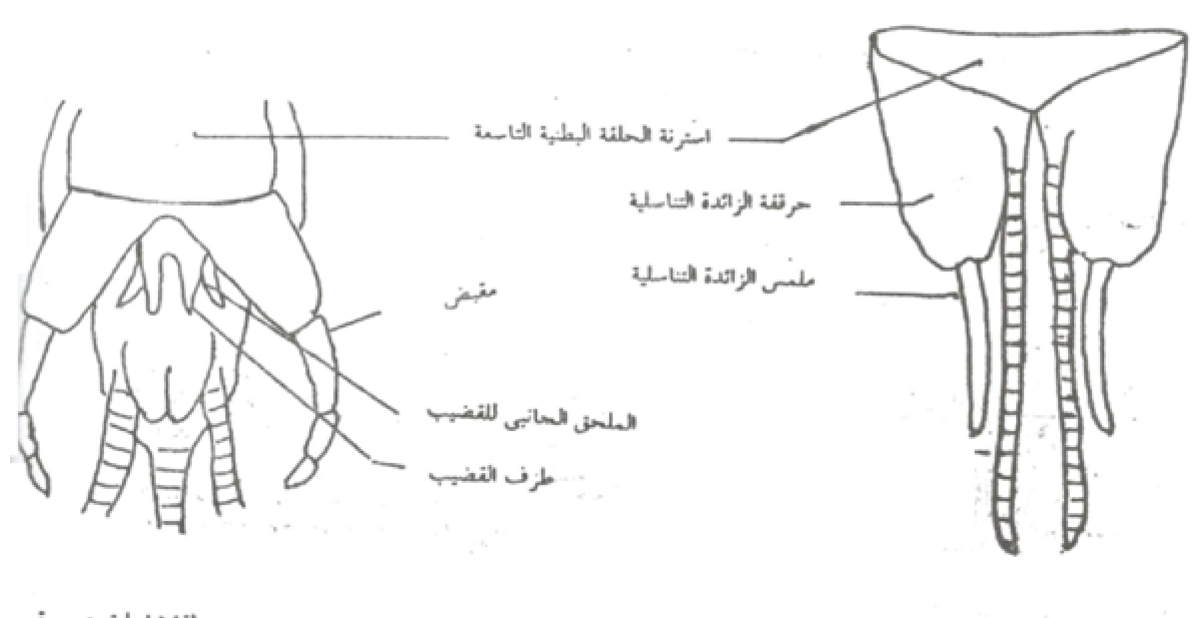
ثانياً : آلة السفاد Male Genitalia:

وتطلق هذه التسمية علي زوائد الجهاز التناسلي الخارجية، والتى تقوم بمساعدة الذكر في إمساك أنثاه أثناء عملية التزواج. وعن طريقها أيضا يتم إدخال الحيوانات المنوية إلي جهاز الأنثي التناسلي، وتوجد تلك الزوائد علي الصفيحة القصية للحلقة البطنية التاسعة، ويختلف تركيب آلة الفساد من رتبة إلي أخري اختلافاً بينا، ولكنها جميعاً تتشابه من حيث مكوناتها الأساسية. ويتصل بالصفيحة القصية للحلقة البطنية التاسعة جزء يطلق عليه قاعدة آلة الفساد.

وتتكون آلة السفاد من Phaliobase :

١- زوج من الصفائح التناسلية الوسطية Mesomers على حافتى الفتحة التناسلية الخارجية Gonopore ومنها يتكون القضيب Penis.

٢- زوج من الصفائح التناسلية الخارجية Parameres ومنها يتكون غلاف القضيب Penis sheath وبصفة عامة قد يطلق على تلك الصفائح مجتمعة الصفائح القضيبية Phallomeres. وفى حشرات رتبة ذات الذنب الشعرى Thysanura تتحد تلك الصفائح معاً ليتكون منها القضيب. أما فى حشرة ذبابة مايو May fly فيبقى زوج الصفائح كما هما وينمو غمد القضيب أيضاً ويتحور إلى قابضين Claspers شكل (٢٦) وفى حالات أخرى يلتحم زوج الصفائح الداخلية وينموان بصورة واضحة ليتكون منهما عضو الإيلاج Aedeagus وإذا كانت القناة القاذفة Ejaculatory duct تفتح على سطح الجسم مباشرة فيطلق على هذه الفتحة التناسلية Gonopore وفى هذه الحالة يكون الفصان المكونان للقضيب منفصلين عن بعضهما، أما إذا التحم فصا القضيب ليكونا عضو الإيلاج فإن قناة هذا العضو يطلق عليها داخل القضيب Endophallus ويطلق على فتحة القناة القاذفة التى توجد عند بداية داخل القضيب يطلق عليها الفتحة التناسلية أما الفتحة الطرفية للقضيب فيطلق عليها فتحة القضيب.



شكل (٢٩) رسم تخطيطي يوضح آلة السفاد (المتحورة) في ذباب مايو، وطريقة نشوئها من الزوائد التناسلية الأولية

الباب الثالث

التشريح الداخلى Internal anatomy

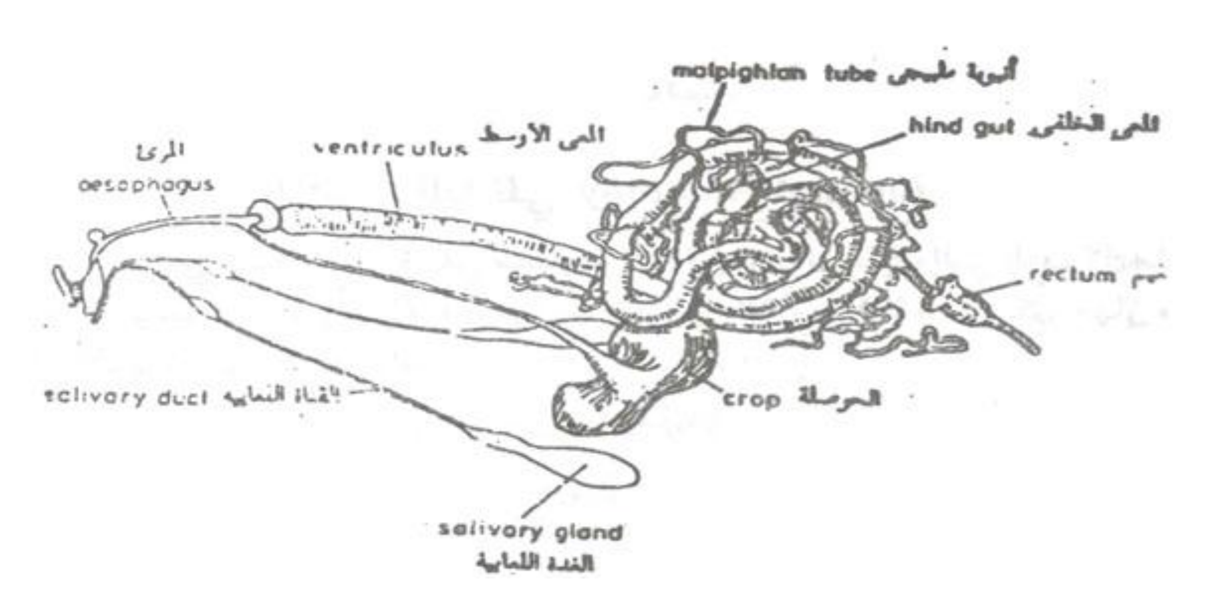
يحتوى جسم الحشرة على مجموعة من الأجهزة الداخلية والتى يلعب كل منها دوراً إحيائياً هاماً فى حياة الحشرة وسنتعرض بالشرح والتفصيل بكل جهاز من تلك الأجهزة على حدة فيما يلى :

أولاً : الجهاز الهضمى Digestive System :

وهو الجهاز المختص بإجراء العمليات المختلفة على الطعام للاستفادة منه بالقدر الكافى والمناسب ثم نبذ المخلفات وطرحها خارج الجسم ويتكون من القناة الهضمية Alimentary Canal وملحقاتها من الغدد اللعابية Salivary Glands.

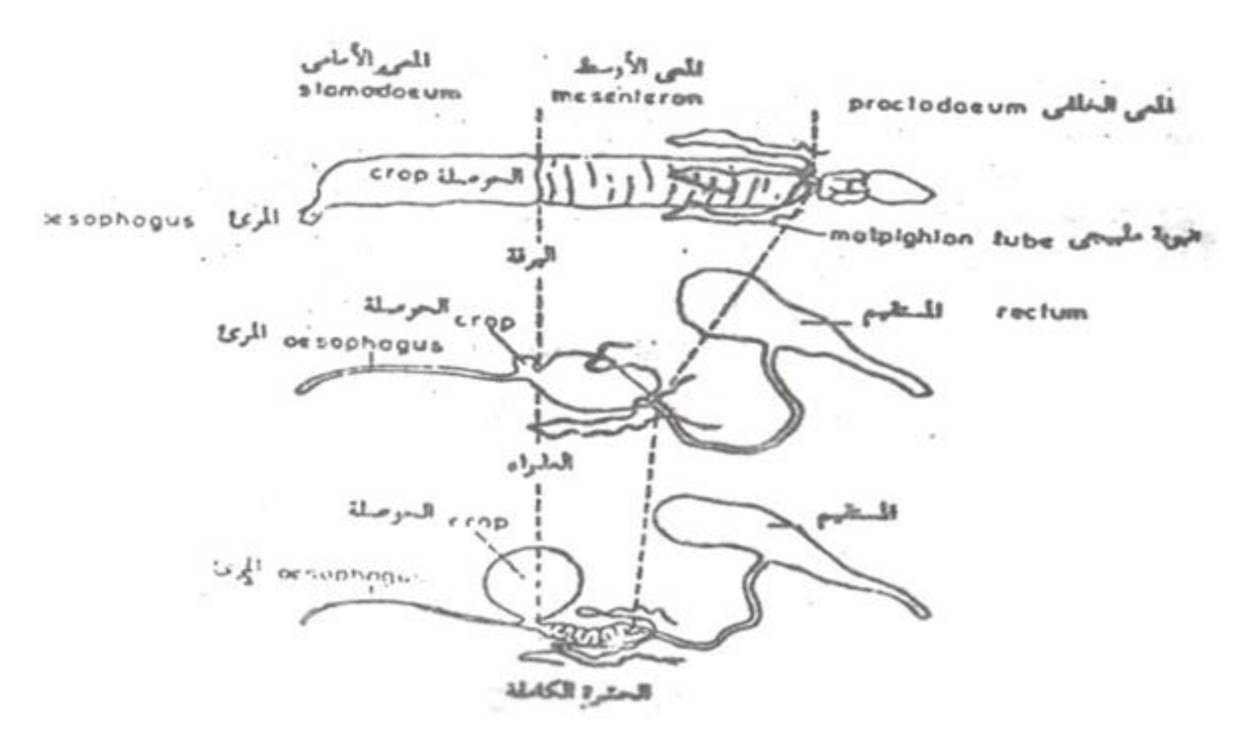
القناة الهضمية The Alimentary canal

القناة الهضمية عبارة عن أنبوبة تمتد من فتحة الفم فى الرأس وتنتهى بفتحة الشرج على الحلقة البطنية العاشرة، ويختلف طولها باختلاف الحشرات، فقد تكون مساوية لطول الجسم أو يزيد طولها عن طول الجسم كثيراً لدرجة أنها تصبح ملتفة على نفسها، وتبلغ القناة الهضمية أقصى طول لها فتبدو كثيرة الالتفاف فى الحوريات والحشرات الكاملة لرتبة متشابهة الأجنحة Homoptera ويرقات الذباب من رتبة Cyclorrohapha التابعة لرتبة ذات الجناحين (شكل ٣٠)

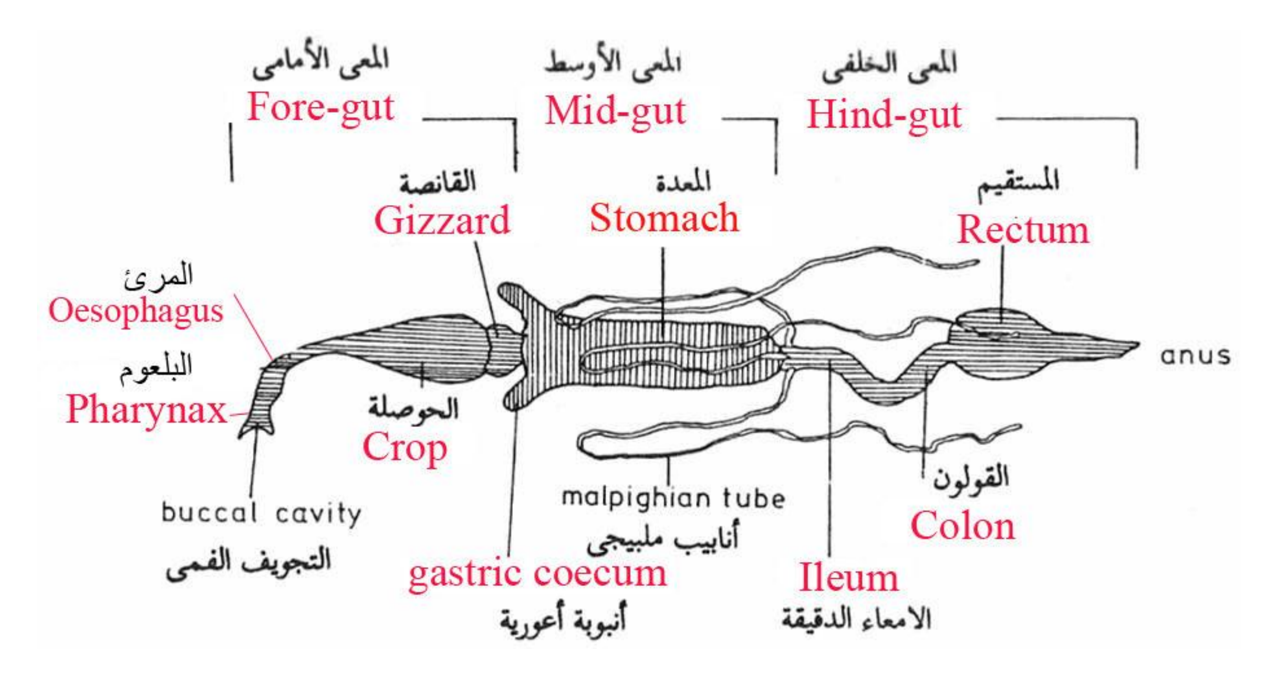


شكل(٣٠) القناة الهضمية في ذبابة الفاكهة (رتبة ذات الجناحين)

وتكون أطول القنوات الهضمية وأكثرها التفافاً فى الحشرات التى تتغذى على مواد سائلة. أما أبسط وأقصر القنوات الهضمية فتوجد فى يرقات حرشفية وعشائية الأجنحة ورتيبة Nematocera التابعة لرتبة ذات الجناحين وعموماً يقصر طول القناة الهضمية فى الحشرات التى تتغذى على الأنسجة النباتية أو الحيوانية الصلبة ويشذ عن ذلك يرقات غشائية الأجنحة حيث تتغذى على مواد سائلة ومع ذلك فإن قناتها الهضمية عبارة عن أنبوبة مستقيمة بسيطة. وتكون القناة الهضمية بحالتها من البساطة والقصر فى كل أطوار الحشرة وذلك فى حشرات عديمة الأجنحة Apterygota وجلدية الأجنحة وبعض الحشرات مستقيمة الأجنحة وعادة ما يتغير شكل القناة الهضمية حسب طور الحشرة أثناء التطور تبعاً لاختلاف طبيعة التغذية فى الأطوار الغير يافعة ويظهر ذلك بوضوح فى حشرات حرشفية الأجنحة (شكل ٣١).



شكل (٣١) التغير في شكل القناة الهضمية أثناء التطور من اليرقة إلي الحشرة الكاملة في حشرات حرشفية الأجنحة

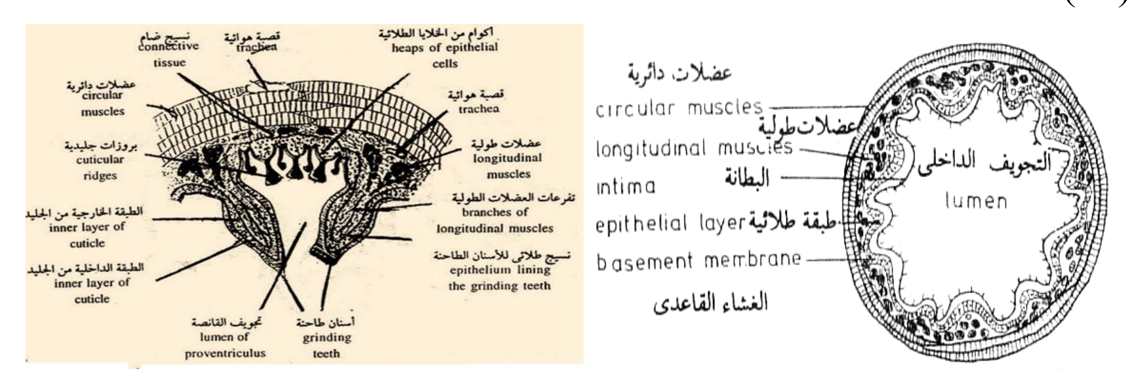


شكل (٣٢) رسم تخطيطى يبين مكونات القناة الهضمية

هذا وتنقسم القناة الهضمية بالنسبة إلى نشأتها الجنينية إلى ثلاث مناطق أولية وهي:

١- المعى الأمامى (المعبر الفمى) **Fore gut (Stomodaeum)**

وينشأ المعى الأمامى من ابنعاج طبقة الإكتودرم نحو الداخل ويقوم بتفتيت الطعام وخزنه قبل مروره إلى ألمعى الأوسط. ويتركب نسيجياً من الداخل إلى الخارج من الطبقات التالية كما في شكل (٣٣) :



قطاع عرضى فى القانصة　　　　قطاع عرضى فى الحوصلة

شكل (٣٣)

أ) البطانة Intima : وهى الطبقة الجليدية الداخلية والتى تتصل اتصالاً مباشراً مع جليد جدار المعى الأمامى وعليه فهى تتجدد عند كل انسلاخ.

ب) الطبقة الطلائية Epithelial layer : وهى طبقة رقيقة صغيرة الحجم لا تظهر الفواصل المستعرضة بين خلاياها وتتصل بطبقة البشرة وتعتبر المسئولة عن إفراز طبقة البطانة.

جـ) الغشاء القاعدى Basement Membrane : ويحدد السطح الخارجى للخلايا الطلائية.

د) العضلات الطولية Longitudinal Muscles : وتوجد بطول المعى الأمامى وتنغمد فى الطبقة الطلائية أو العضلات الدائرية.

هـ) العضلات الدائرية Cireular Muscles : وتلتف اليافها العضلية حول المعى الأمامى.

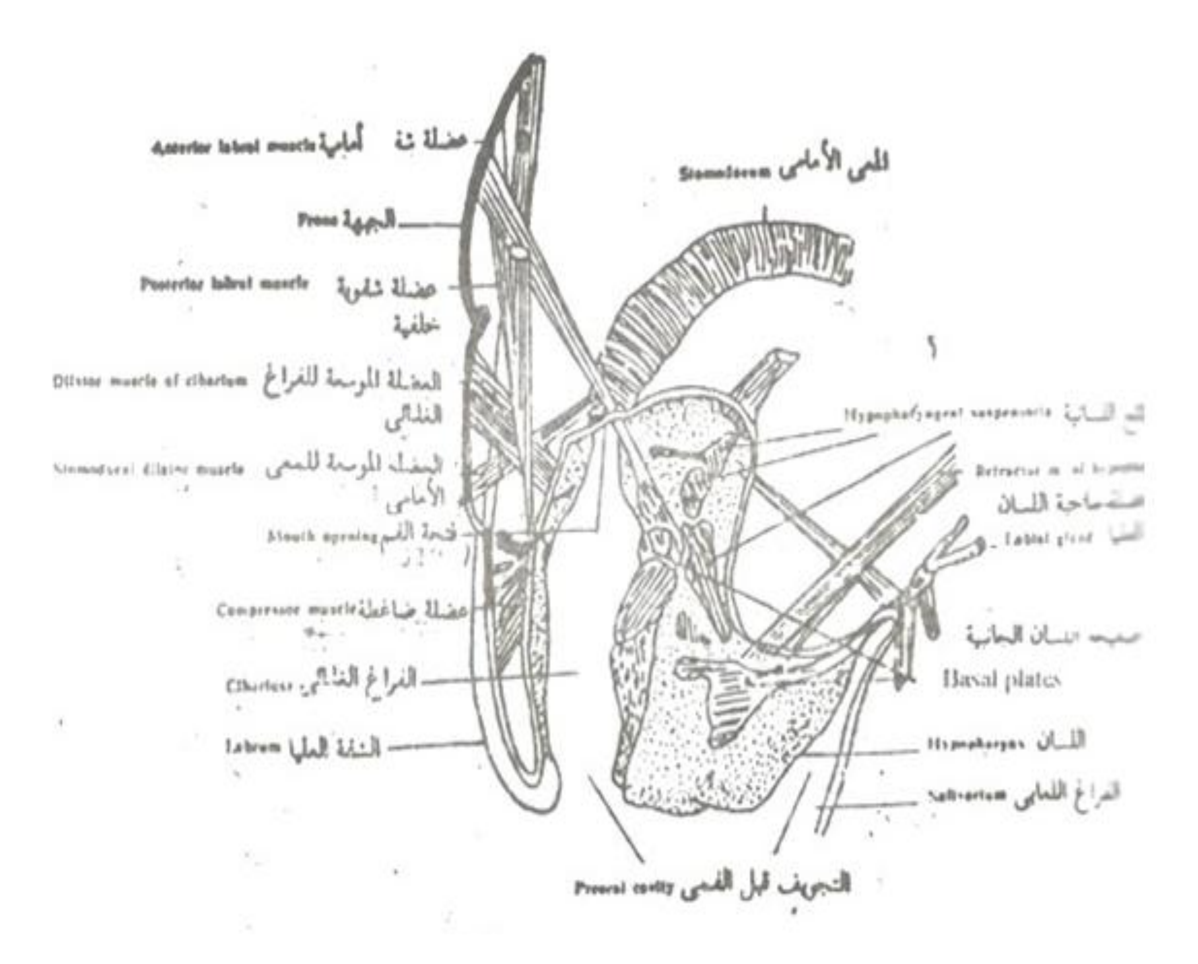
و) الغشاء البريتونى Peritoneal Membrane : ويتركب من نسيج ضام يصعب تمييزه.

ويتكون المعى الأمامى من المناطق الآتية :

أ- التجويف قبل الفمى Pre-oral cavit :

وهو التجويف أو الفراغ المحصور بين أجزاء الفم والشفة العليا (شكل ٣٤) ولا يعتبر بداية للقناة الهضمية إذ أنه يمثل المنطقة التى تقع قبل المعى الأمامى وتقع فتحة الفم الفسيولوجية فى قاعدته عند بداية البلغوم Pharynx، وينقسم هذا التجويف فى الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة بواسطة تحت البلعوم (اللسان) Hypopharynx. إلى جزء غذائى (الفمى الأمامى) Cibarium وهو أمامى (ظهرى).

وجزء لعابى Salivarium وهو خلفى (بطنى). تتصل جدران الجزء الغذائى بالدرقة عن طريق العضلات الموسِّعة للفراغ الفمى الأمامى ويكون الجزء الغذائى أحياناً كيس يخزن فيه الغذاء بصفة مؤقتة أو قد يتحور إلى مضخة ماصة كما فى هدبية الأجنحة ونصفيه الأجنحة وغيرها. أما الجزء اللعابى والذى تفتح فيه غدة الشفة السفلى فإنه يتحور إلى مضخة لعابية يتصل بها عضلات موسِّعة للتجويف اللعابى والتى تصل بين القناة اللعابية المشتركة واللسان كما فى حشرات نصفية الأجنحة وغيرها. أما الجزء اللعابى والذى ستفتح فيه غدة الشفة السفلى فإنه يتحور إلى مضخة لعابية يتصل بها عضلات مُوسّعة للتجويف اللعابى والتى تصل بين القناة اللعابية المشتركة واللسان كما فى حشرات نصفية الأجنحة، وقد يحدث تحور مشابه فى يرقات حرشفية الأجنحة يطلق عليه مكبس الحرير.



شكل (٣٤) الفراغ قبل الفمى

ب) البلعوم Pharynx :

وهو أول جزء من المعى الأمامى، ويمتاز بوجود مجموعتين من العضلات الموسعة التى تنغمد فيه، تنشأ البطنية منها من الهيكل الداخلى خلف المخ، أما الظهرية فتنشأ من الجبهة أمام المخ، وتظهر بوضوح فى الحشرات الماصة وخصوصاً فى رتبة الحشرات حرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة، حيث يتحور البلعوم إلى مضخة لسحب السوائل. وتوجد أيضاً فى الحشرات القارضة حيث تعمل على دفع المادة الغذائية من الفم إلى المريئ.

جـ) المريئ Oesophagus :

وهو عبارة عن أنبوبة بسيطة تمتد من البلعوم إلى الحوصلة ويختلف طوله باختلاف الحشرات، ويتميز جداره الداخلى بأنه ذو ثنيات طويلة تساعد على اتساع المريئ عند امتلائه بالغذاء.

د) الحوصلة Crop :

وهى عبارة عن اتساع فى المعى الأمامى يستخدم لخزن الغذاء، ويمتاز بحدارة الرقيق كما أن عضلاتها ضعيفة التكوين، ذات اتساع كبيرة يشغل الجزء الأكبر من المعى الأمامى كما فى الصرصار ومعظم الحشرات مستقيمة الأجنحة، أو ذات اتساع جانبى على جانب واحد من المريئ كما فى الحفار والسوس والنمل الأبيض، وقد يكون الاتساع كبيراً متضخماً ويتصل بالمريئ بواسطة أنبوبة رفيعة كما فى الحشرات الماصة وتعرف بالمخزن الغذائى كما فى معظم حشرات ذات الجناحين وحرشفية الأجنحة كما فى شكلي (٣٠، ٣١) وتعمل الحوصلة كمخزن مؤقت للغذاء لحين مروره إلى المعدة، وتجرى فيها عمليات هضم بتأثير الإنزيمات التى تأتى من الغدد اللعابية أو التى ترجع من المعدة.

هـ) القانصة Proventriculus :

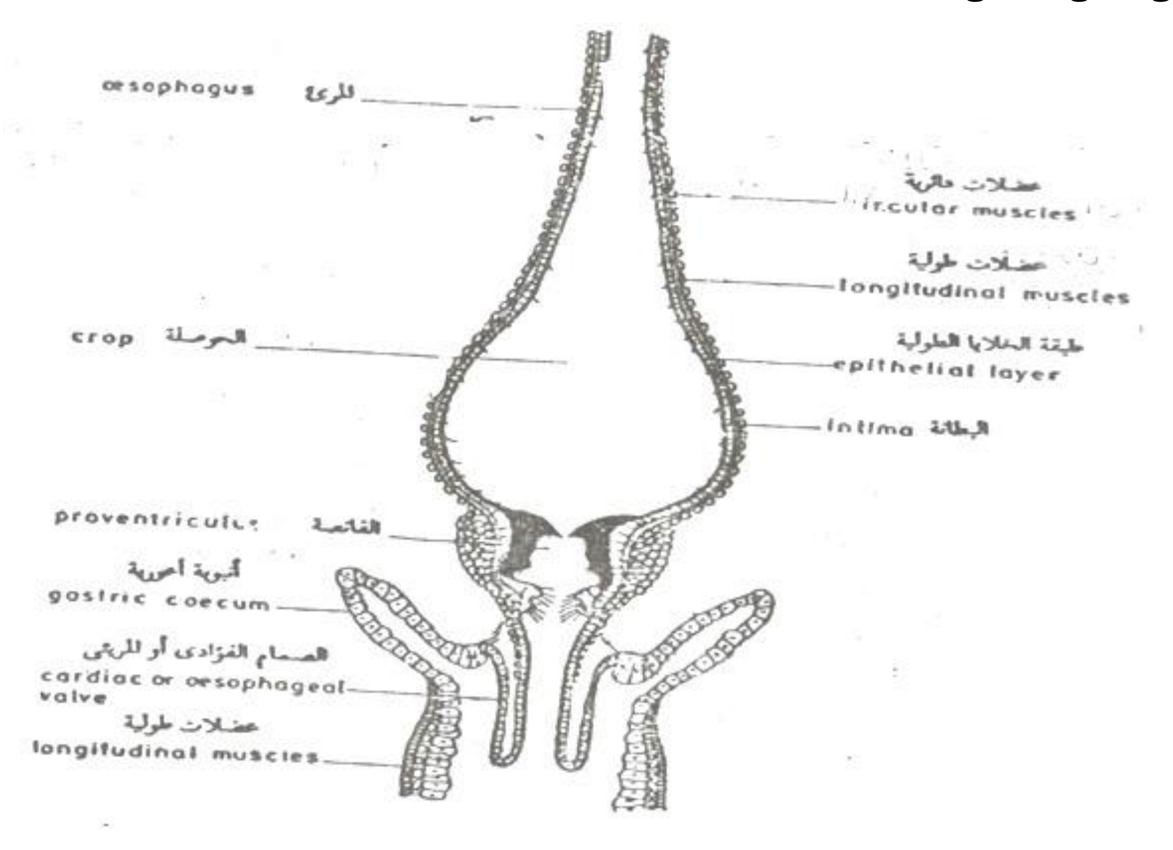
تقع القانصة خلف الحوصلة وتكون تامة التكوين فى الحشرات مستقيمة الأجنحة والرعاشات والنمل الأبيض (الحشرات القارضة) وفى هذه الحالة تنمو البطانة الداخلية (شكل ٣٣) فى صورة أسنان كينينية قوة (٤-٨ أسنان) وتكون العضلات الدائرية قوية سميكة عاصرة، وتعمل القانصة على تمزيق وطحن المواد الغذائية.

وفى الحشرات التى تتغذى على السوائل تبدو القانصة كصمام بسيط أو ينعدم وجودها تماماً وعموماً فالقانصة تعمل كمنظم لمرور الغذاء من الحوصلة إلى المعى الأوسط ففى حشرات فوق فصيلة Acridoidea تظهر ٦ ثنيات مزودة باسنان كينينية صغيرة تعمل كصمام يحجز المواد الغذائية فى الحوصلة ويسمح بمرور الأنزيمات من المعدة إليها، أما فى حشرات نحل العسل فالقانصة تكون متخصصة تماماً حيث تظهر فى صورة أربعة شفاه طولية متحركة منغمدة من الأمام فى الحوصلة وتحمل كل منها مجموعة من الأشواك وتكون نهايتها قمعية داخل المعدة تعمل لغربلة حبوب اللقاح من معلق الرحيق فى الحوصلة، ويحركه الأشواك المستمرة تتكون كرة من حبوب اللقاح داخلها يسمح لها بالمرور إلى المعدة بينما يبقى الرحيق فى الحوصلة استعداداً لتكوين العسل (شكل ٣١، ٣٢).

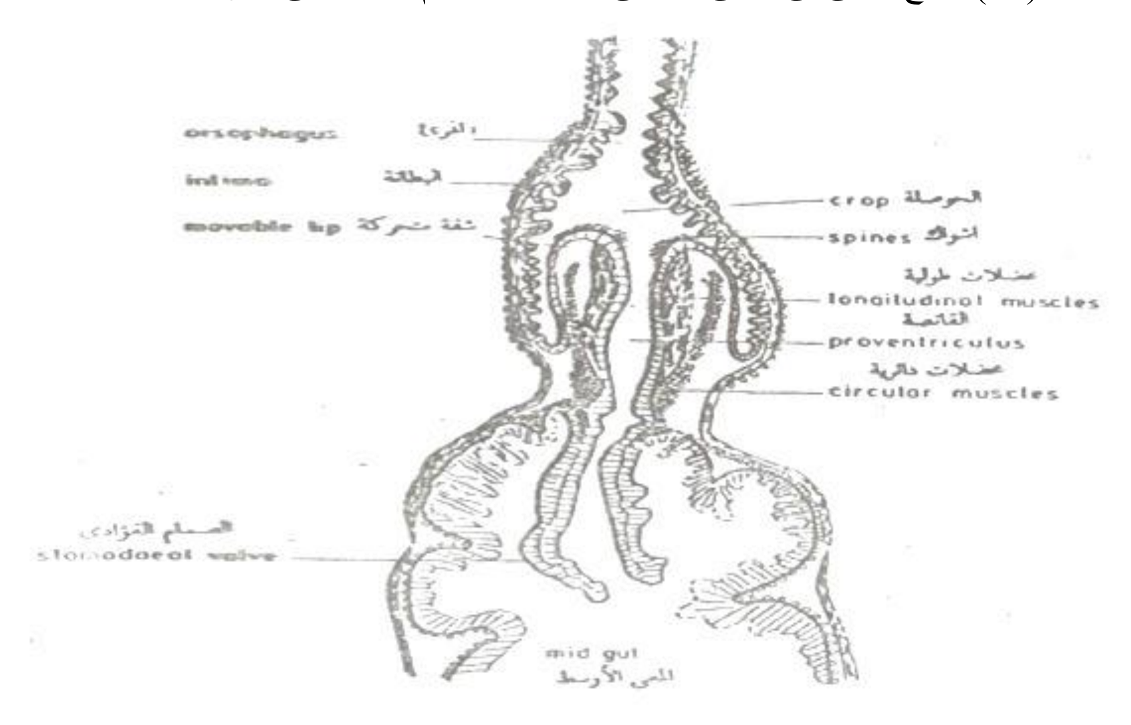
و) الصمام الفؤادى أو المريئ Cardiac or oesophagal valve :

ويوجد عند موضع اتصال المعى الأمامى بالمعى الأوساط (شكل ٣٥) ويتكون نتيجة لامتداد جدار المعى الأمامى فى تجويف المعدة على شكل أنبوبة داخلية لا تلبث أن تنحنى إلى الخارج أو

إلى الأمام حيث تلتحم بجدار المعدة، حيث يعتقد أنـه يمنـع أو يقلل مـن استرجاع الغذاء من المعى الأوسط إلى المعى الأمامى.



شكل (٣٥) قطاع طولى فى المعى الأمامى موضحاً الصمام الفؤادى فى الجراد



شكل (٣٦) الصمام الفؤادى أو المريئ فى النحل

٢- المعى الأوسط أو المعدة Mid gut or stomach :

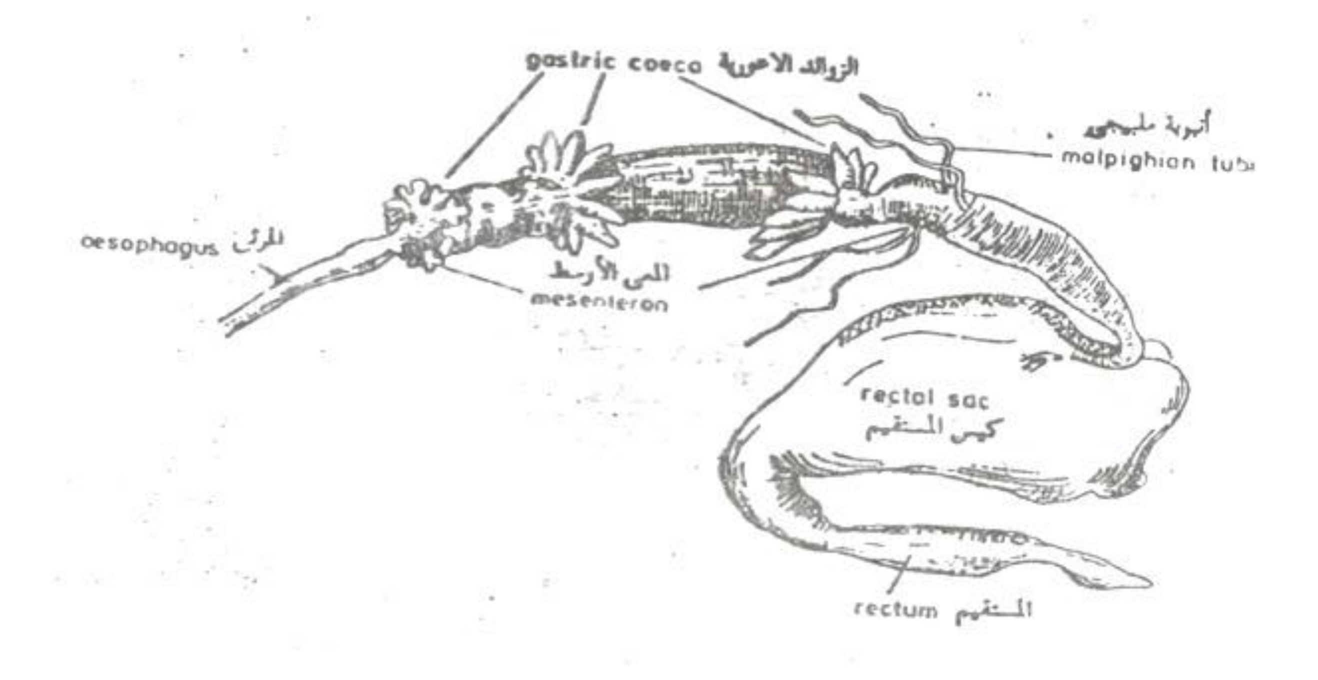
وهى الجزء الثانى من القناة الهضمية وقد يطلق عليها Ventriculus وتبدأ من الاتصال القاعدى للصمام الفؤادى الذى تنتهى عند البطانة الكيتينية للمعى الأمامى وتتميز ظاهرياً عن المعى الأمامى بالمظهر الإسفنجى للخلايا الطلائية وعدم وجود الطبقة الكيتينية المبطنة.

تحورات المعى الأوساط Modification of the Mid Gut :

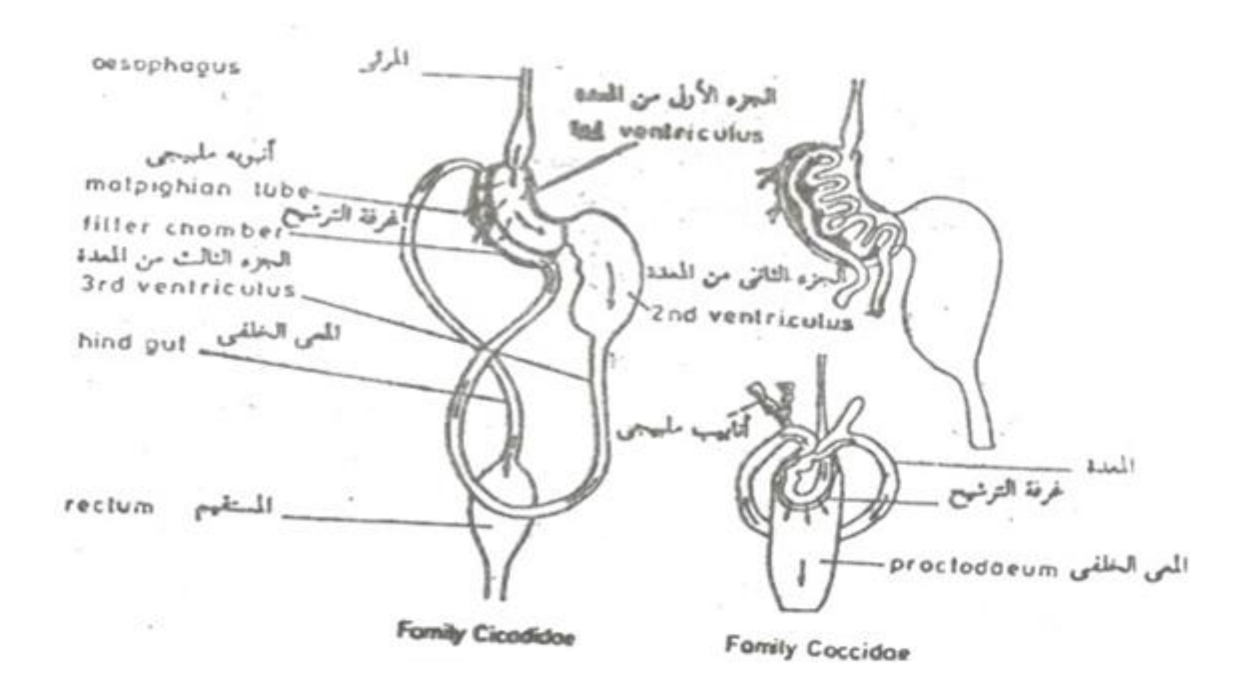
فى بعض أنواع الحشرات تكون معدة وفي يرقات بعض الحشرات تكون مجرد كيس مقفل حيث يسد الطريق بن المعى الأوسط و المعى الخلفى وتكون طبيعة الغذاء على حالة سائلة والبقايا المتخلفة قليلاً كما فى معظم يرقات الحشرات ذات الخصر النحيل من رتبة عشائية الأجنحة ويرقات بعض حشرات رتبة شبكية الأجنحة. بينما نجد أن فى حشرات أخرى تابعة لرتبة متشابهة الأجنحة مثل المن والحشرات القشرية البق الدقيقى تحدث تحورات فى المعى الأوسط غير عادية لتكون ما يعرف بغرفة الترشيح حيث يقرب الجزء الأمامى من المعدة مع مقدمة المعى الخلفى ويرتبطان معاً بغلاف من نسيج ضام حيث يسمح هذا التركيب بمرور جزء من الماء وما يحتويه من مواد كربوهيدراتية ذائبة وفائضة عن حاجات الحشرة تنفذ بالانتشار من مقدمة المعدة إلى المعى الخلفى مباشرة، بينما تحتفظ المعدة بالمواد البروتينية والدهنية واحتياجاتها من المواد الكربوهيدراية لكى تقوم بهضمها وامتصاصها (شكل ٣٧) وتتكون المعدة فى القناة الهضمية النموذجية لرتبة متجانسة الأجنحة (فصيلة Cicadidae) من ثلاث أقسام هى المعدة الأولى والتى تكون عبارة عن اتساع خلف الصمام الفؤادى مباشرة وبداخلها غرفة الترشيح، والمعدة الثانية عبارة عن كيس منتفخ يشبه الحوصلة يعمل كمخزن للغذاء يؤدى إلى المعدة الثانية عبارة عن كيس منتفخ يشبه الحوصلة يعمل كمخزن للغذاء يؤدى إلى المعدة الثالثة والتى تكون عبارة عن أنبوبة طويلة تعتبر المعدة الحقيقية الهاضمة لهذه الحشرات، وينثنى هذا القسم الأخير إلى الأمام ليدخل فى الطرف الخلفى من غرفة الترشيح متجهاً إلى الأمام مدفوناً داخل النسيج الطلائى للمعدة الأولى (غرفة الترشيح) حتى تنتهى بالأمعاء الخلفية عند الطرف الأمامى لغرفة الترشيح حيث تتصل المعدة بأنابيب مليجي الأربعة فى صورة جذعين قصيرين بداخل غرفة الترشيح ثم تخرج من الطرف الأمامى لهذه الغرفة (شكل ٣٨).

oesophagus المرئى
1st ventriculus الجزء الأول من المعدة
غرفة الترشيح
filter chamber
2nd ventriculus الجزء الثانى من المعدة
أنبوبة ملبيجى
malpighian tube
hind gut المعى الخلفى
3rd ventriculus الجزء الثالث من المعدة
rectum المستقيم

شكل (٣٧) القناة الهضمية النموذجية فى رتبة تصفية الأجنحة المتجانسة



شكل (٣٨) القناة الهضمية فى يرقة من فصيلة الجعال (غمدية الأجنحة)



شكل (٣٩) أشكال غرف الترشيح فى حشرات نصفية الأجنحة المتجانسة

فى كثير من حشرات هذه الرتبة تنثنى المعدة الثالثة فى عدة نتوءات داخل غرفة الترشيح ويكون خرجها من الطرف الخلفى لغرفة الترشيح بدلاً من الطرف الأمامى وعليه تزداد كفاءة الغرف على الترشيح نتيجة لزيادة طول المعدة الثالثة بداخلها.

وتعرف العصارة السكرية التى تخرج من فتحة الشرج نتيجة لعملية الترشيح سالفة الذكر باسم الندوة العسلية Honey Dew وفى حشرات رتبة تصفية الأجنحة الماصة للدماء يتحور الجزء الأمامى من المعدة إلى حوصلة كبيرة تستقبل من المعى الأمامى وجبات الدم وتمتص جانباً كبيراً من مائة فيصل بصورة مركزة إلى الجزء الخلفى من المعدة حيث يتم الهضم نتيجة لإفراز الإنزيمات.

التركيب التشريحى لجدار المعدة :

يتركب جدار المعدة تشريحاً من الداخل إلى الخارج كما يلى :

١- الطبقة الطلائية المعدية Epithelial Layer :

وهى عبارة عن واحد من الخلايا الطلائية الطولية بسمك صف واحد ويتميز إلى خلايا عمادية أو اسطوانية Collumnar or Cylinder Cells وخلايا مجددة Regenerative Cells وخلايا كاسية Goblet Cells.

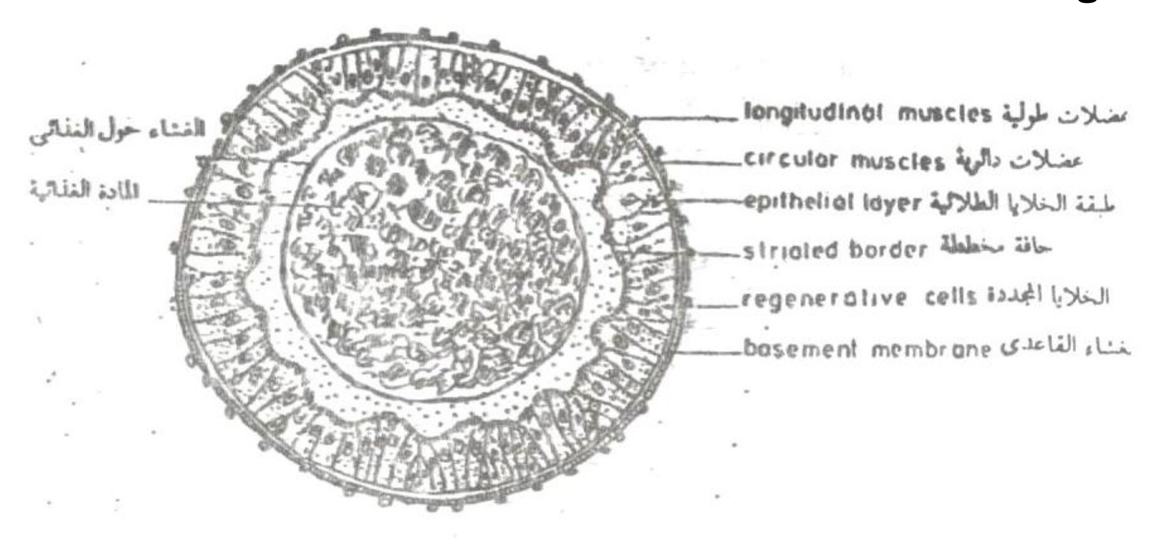
فالأولى تقوم بإفراز الإنزيمات الهاضمة وامتصاص المواد الناتجة عن عملية الهضم، وتوجد الخلايا المجددة فردية أو مبعثرة أو فى شكل مجموعات تحت الخلايا الطلائية ووظيفتها تجدد

الخلايا الطلائية التى تستهلك أثناء عملية الإفراز (شكل ٣٧)، أما الخلايا الكاسية فتوجد فى يرقات حرشفية الأجنحة وذباب مايو وتتميز بأنها تحتوى على فجوات بداخلها ولا تتصل بتجويف المعدة ويحتمل أن يكون لها دور فى عملية الإفراز، ويبدو أن لها دوراً فى عملية الإخراج التخزينى Storage Excretion و تتخلص عن طريقها الحشرة من المواد المخزنة بها أثناء عملية الإنسلاخ وتعتمد الحواف الخارجية للطبقة الطلائية المعدية على غشاء قاعدى.

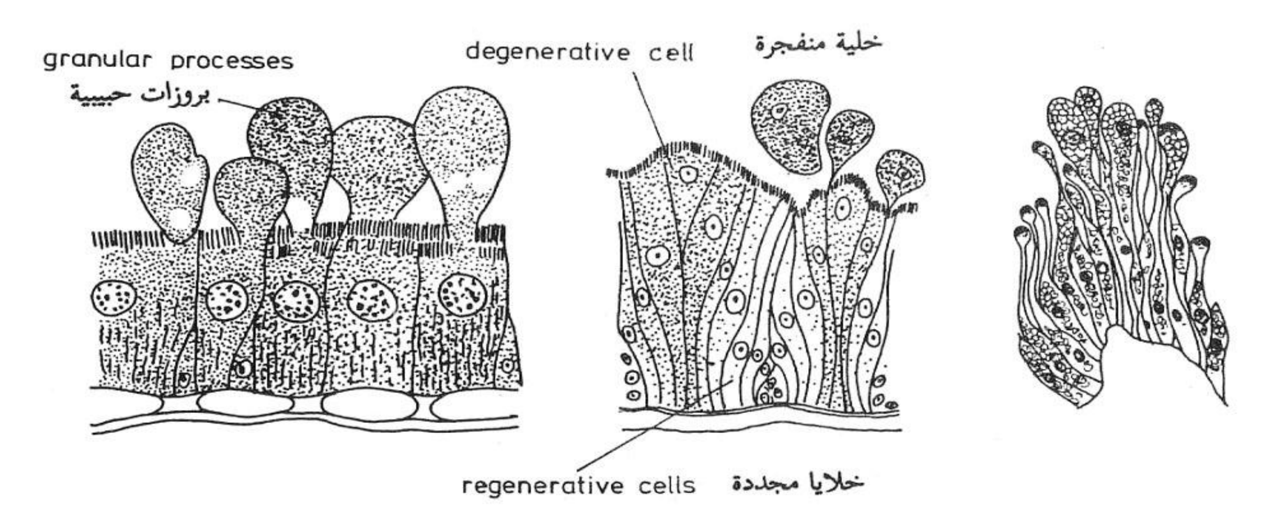
٢- الغشاء القاعدى Basement membrane :

ويستمر اتصالا هذا الغشاء مع مثيله فى المعى الأمامى والمعى الخلفى.

٣- طبقة العضلات الدائرية Circular muscles وطبقة العضلات الطولية Longitudinal muscles ويتركبان من ألياف مخططة ووجودهما عكس ما هو موجود فى المعى الأمامى.



شكل (٤٠) قطاع عرضى فى المعدة



شكل (٤١) أشكال مختلفة للخلايا المجددة فى الطبقة الطلائية المعدية

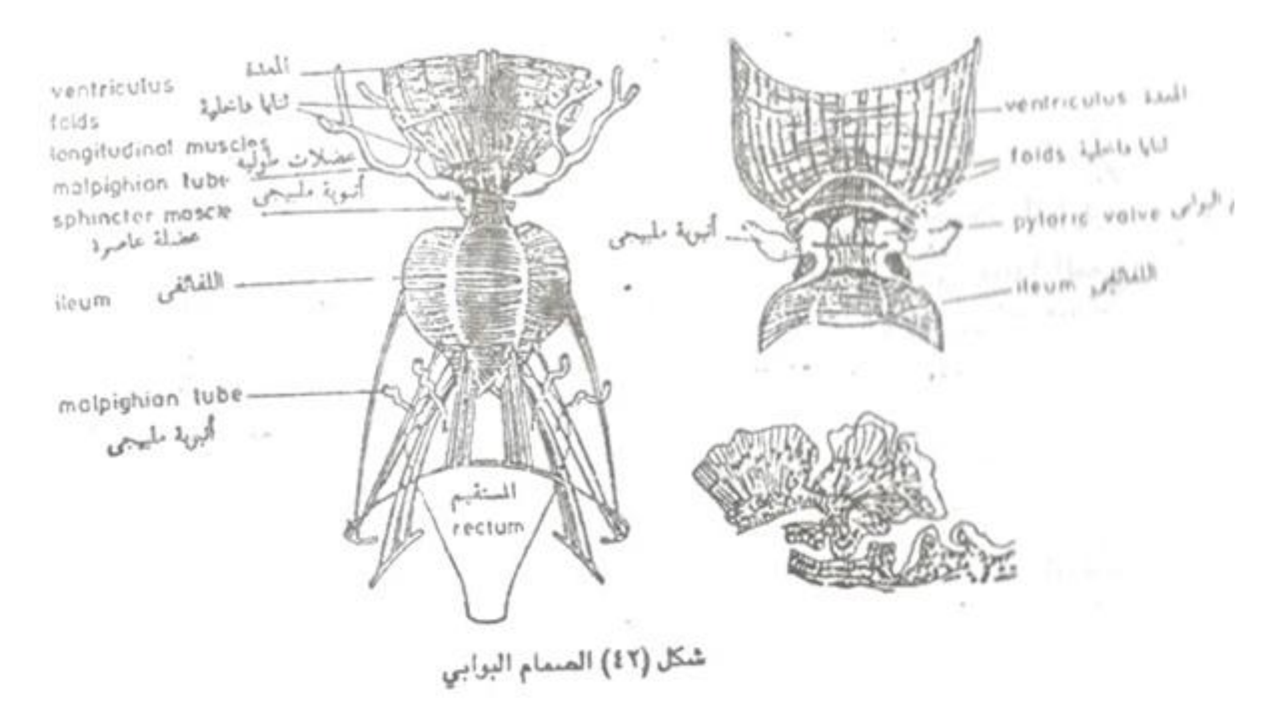
٤- الغشاء البريتونى Pretoneal membrane وهو غشاء رقيق يغلق المعدة من الخارج.

ويوجد فى أغلب الحشرات التى تتغذى على مواد صلبة غشاء رقيق يبطن المعدة من الداخل ووظيفته حماية الخلايا الطلائية من التلف نتيجة احتكاكها بالمادة الغذائية الصلبة فى المعدة يعرف بالغشاء حول الغذائيى Peritrophic membrose، وينشأ إما من إفراز طبقة الخلايا الطلائية أو قد يفرز من خلايا متخصصة تقع فى الجزء الأمامى من المعدة فقط، ويتركب هذا الغشاء من مادة كيتينية تسمح بنفاذ الإنزيمات الهاضمة ونواتج الهضم، وينعدم وجود هذا الغشاء فى الحشرات التى تتغذى على مواد سائلة. ويزداد سطح المعدة فى كثير من الحشرات عن طريق نموات كيسية الشكل تعرف بالأنابيب الأعورية Entric or gasteric coeca أو المعدية (زوائد أعورية) تقع عادة عند بدايته من جهة المريئ، ويختلف عدد هذه الأكياس أو الزوائد فى الحشرات المختلفة فقد تكون زائدتين أعوريتين كبيرتين كما فى بعض يرقات ذات الجناحين أو ثمانى زوائد كما فى بعض يرقات البعوض ويزداد عددها كثيراً فى فصيلة الجعال حيث توجد فى ثلاثة مجموعات حلقية على المعدة أمامية ووسطية وخلفية وينعدم وجودها تماماً كما فى حشرات رتبة ذات الذنب القافز وحرشفية الأجنحة.

٣- المعى الخلفى (المعبر الشرجى) Hind gut or protidoeum

يتركب المعى الخلفى نسيجياً من نفس الطبقات التى يتركب منها المعى الأمامى إلا أن طبقة العضلات الدائرية تكون داخل وخارج طبقة لعضلات الطولية، وتكون البطانة الكيتينية رقيقة وذات نفاذية اكثر مما فى المعى الأمامى، ويبدأ المعى الخلفى بالصمام البوابى Pyloric Valve من جهة وباتصال أنابيب ملبيجى Malpighian tubes من جهة أخرى.

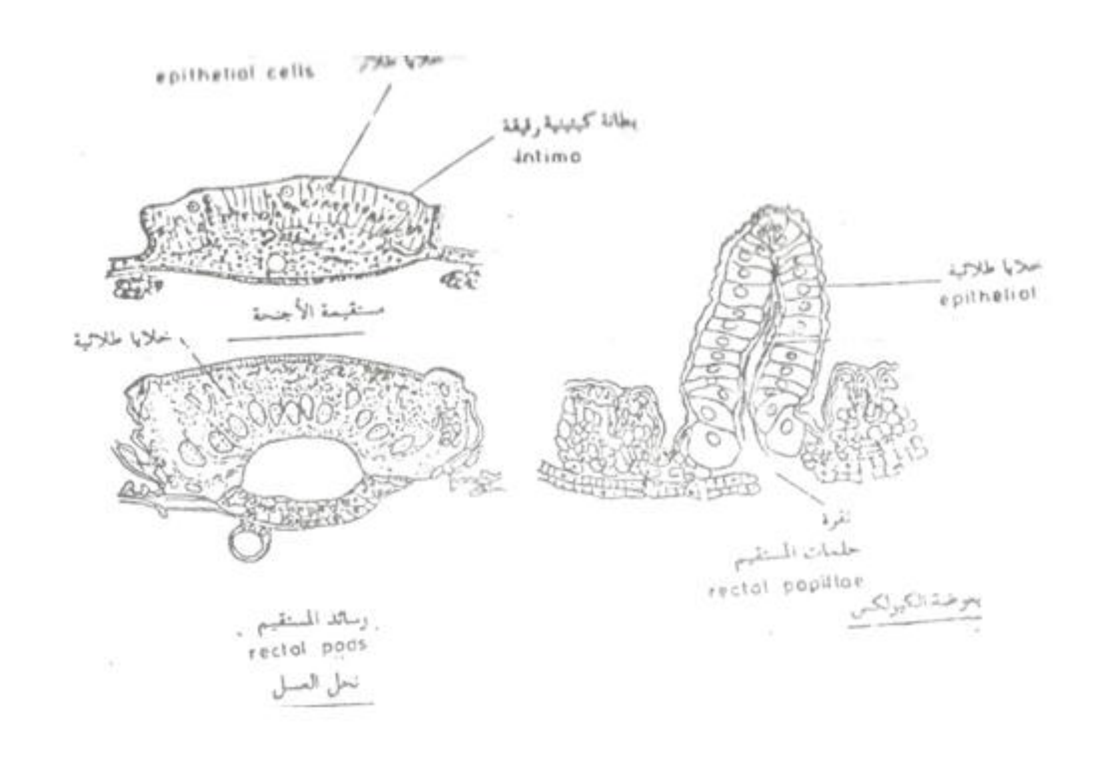
وتنقسم هذه المنطقة فى غالبية الحشرات إلى ثلاث مناطق واضحة هى : الأمعاء الدقيقة أو اللفائفى Small interstine or illieum، والأمعاء الغليظة أو القولون Large intestine or colon، والمستقيم Rectum. وغالباً ما يكون الغلاف الكيتينى المبطن لكل من الأمعاء الدقيقة والقولون محتوياً على ثنيات ومزوداً ببروزوات شوكية أو شبيهة بالشعيرات وقد تكون الأمعاء الدقيقة طويلة جداً كما فى الخنفساء المائية Dytiscus أو قصيرة كما فى كثيرة من الحشرات، وقد تكون غير مميزة عن القولون كما فى حشرات مستقيمة الأجنحة ونصفية الأجنحة. أما المستقيم فهو عبارة عن غرفة كروية أو بيضاوية (شكل ٤٢) كما فى الحفار والصرصار وكمثرية كما فى يرقات حرشفية الأجنحة رقيقة الجدار إلا فى أماكن غدد أو أعضاء المستقيم حيث تأخذ الخلايا الطلائية الشكل الطويل العمادى.



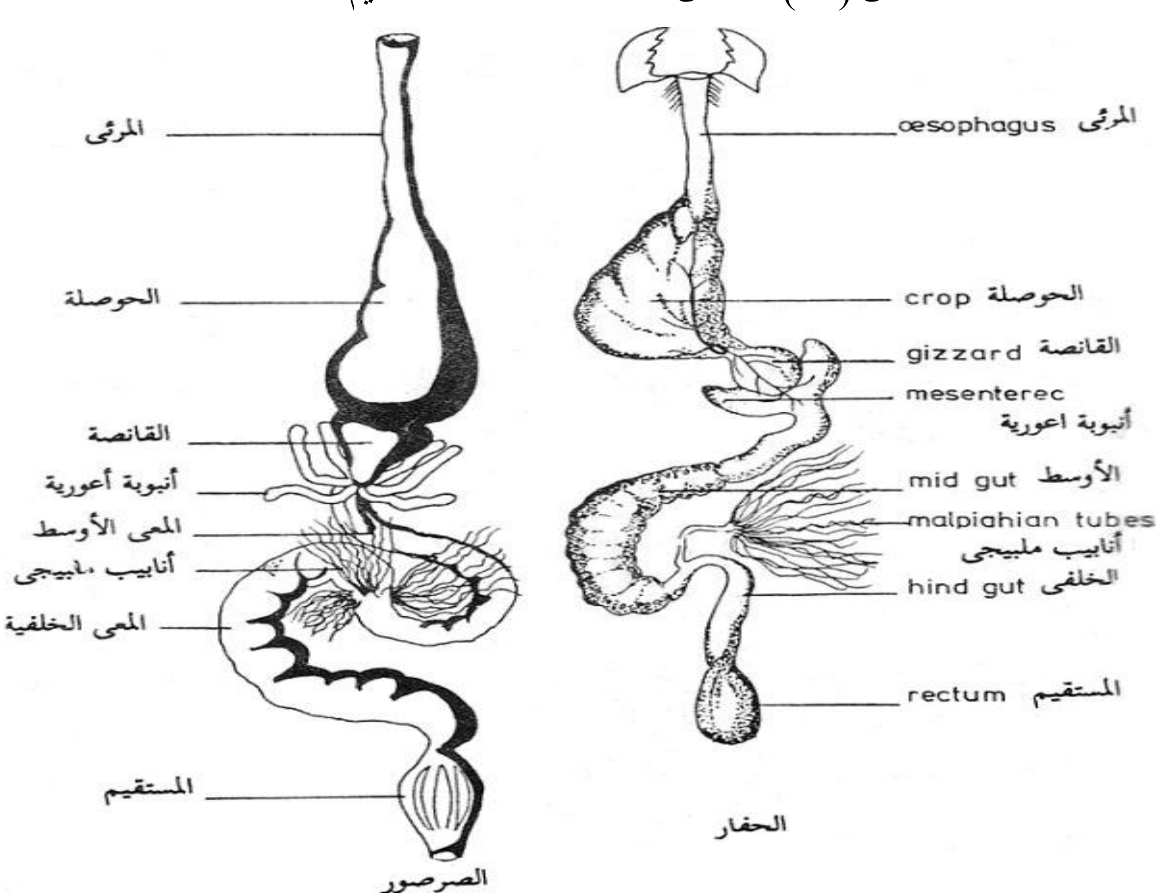
شكل (٤٢) الصمام البوابي

أعضاء المستقيم أو غدد المستقيم Rectal organs (Glands) وهى عبارة عن نتوءات داخلية تتكون من امتداد طبقتى البطانة والخلايا الطلائية فى منطقة المستقيم وتوجد هذه النتوءات فى غالبية الحشرات وقد تختفى فى كثير من حشرات رتبة ذباب مايو ونصفية الأجنحة، وتتميز إلى تحورين واضحين لها:

١- وسائد المستقيم Rectal pads وفيها تكون الخلايا الطلائية العمادية مرتفعة على شكل مناطق بيضاوية أو مستطيلة على السطح الداخلى لجدار المستقيم، تغطيها طبقة رقيقة من البطانة ولكنها تكون سميكة عند حواف هذه المناطق فقط، وتأخذ محاورها الطولية وضعاً طولياً بالنسبة للمستقيم. يكون عددها غالباً ستة وفى حوريات الرعاش عددها ثلاثة أو قد يزيد عن ذلك فى حشرات حرشفية الأجنحة. وتتركب هذه الغدد من طبقة واحدة من الخلايا كما فى الرعاشات والحشرات مستقيمة الأجنحة (شكل ٤٣) أو من طبقتين من الخلايا تكون مندمجتين مع بعضها كما فى حشرات حرشفية الأجنحة أو قد يظهر بينهما فراغ كما فى نحل العسل.



شكل (٤٣) الاشكال المختلفة لاعضاء المستقيم



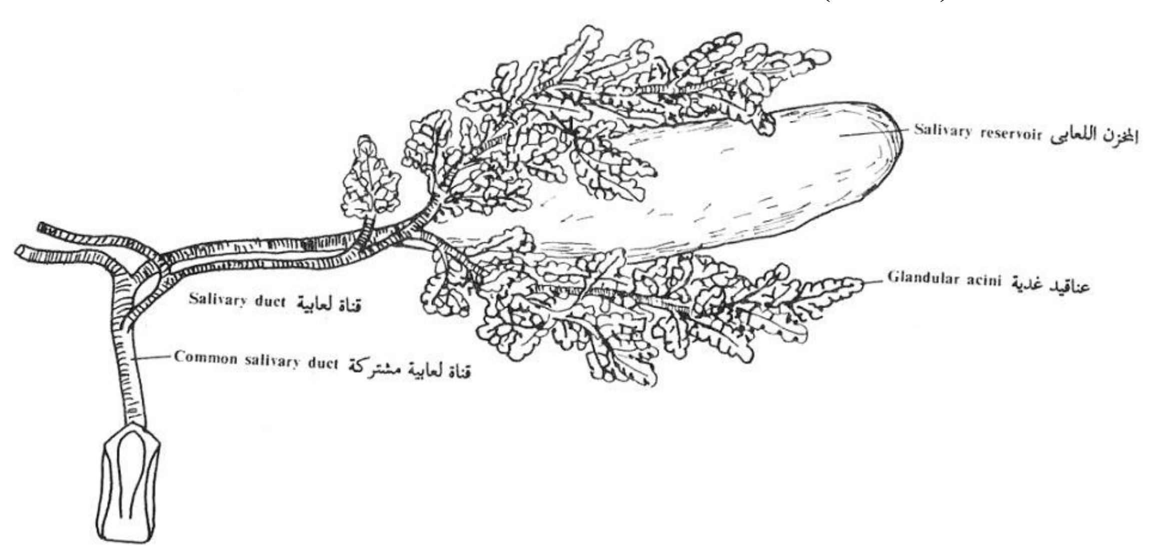
شكل (٤٤) الجهاز الهضمى فى الحفار، الصرصار

٢- حلمات المستقيم Rectal papillae وهى مخروطية مجوفة تتميز من الخارج بوجود نقرة تدخل فيها فروع القصبات الهوائية، ويوجد فيها ٤ أو ٦ فى حشرات زوجية الأجنحة وقد يزيد عن ذلك كثيراً فى حشرات أخرى، وفى بعض الكيولكس يوجد أربع حلمات فقط فى الذكر بينما فى الأنثى يكون عددها ست وعادة تتراص هذه الحلمات فى حلقة دائرية حول مقدمة المستقيم إلا أنها تتواجد فى صف طولى أو أكثر على جدار المستقيم ووظيفة وسائد وحلمات المستقيم هى إرجاع الماء والأملاح والأحماض الأمينية من الفضلات إلى الجسم مرة أخرى.

ب) ملحقات القناة الهضمية Accessory parts :

أ- الغدد اللعابية The Salivary glands :

وهى عبارة عن غدة الشفة السفلى Labial glands وهى غدة مزدوجة توجد فى منطقة الصدر على جانبى المعدة وتتحد قناتاها لتكون قناة لعابية مشتركة تقعد عادة عند قاعدة الشفة السفلى واللسان، وتأخذ الغدد اللعابية أشكالاً مختلفة فقد تكون أنبوبة الشكل أو كيسية، وتارة توجد فى تراكيب عنقودية تتكون من مجموعات من الحويصلات وتتكون كل حويصلة من مجموعة من الخلايا المفرزة التى تصب إفرازاتها فى قنية دقيقة تصب فى أخرى أكبر منها، ويتكون لكل غدة قناة خاصة بها وباتحاد قناتى الغدتين مع بعضهما تتكون قناة مشتركة تسمى القناة اللعابية المشتركة والتى تفتح عند قاعد الشفة السفلى، كما قد يصحب الفصوص فى كثير من الأنواع مخزن لعابى Salivary reservoir كيسى الشكل بين فصى العدتين لتجميع اللعاب عند استخدامه كما فى الصرصور الأمريكى (شكل ٤٥).



شكل (٤٥) الغدد اللعابية في الصرصور والامريكى

وظائف الغدد اللعابية أو الغددالشفوية :

١- اللعاب Salvia

وهو سائل متعادل يعمل على ترطيب الطعام وهضم جزء من مكوناته، كما يعمل على تسهيل حركة أجزاء الفم ويحتوى اللعاب على بعض الإنزيمات التى تختلف باختلاف الحشرات، فمعظم الحشرات يحتوى لعابها على إنزيم الأميلاز Amylase فى حين تفرز شغالات نحل العسل وبعض الفراشات التى تتغذى على الرحيق إنزيم الأنفرتاز Envertase أما الحشرات الماصة للدماء كالبعوض فلا يحتوى لعابها على إنزيمات هاضمة وإنما يحتوى على مادة تجلط الدم حتي لا ينسد مجرى الغذاء وقد يصب اللعاب على الطعام أثناء دخوله الفم وقد يصب على المادة الغذائية قبل وصولها إلى الفم كما فى يرقات ذبابة اللحم حيث تصب لعابها الذى يحتوى على أنزيمات هاضمة للبروتينات تسكبه على اللحم ليتم هضمه جزئياً ثم تمتصه بعد ذلك، كذلك يحقن المن أنزيم الأميلاز فى أنسجة النبات مما يؤدى إلى هضم النشا الذى يتغذى عليه، كما تصب شغالات نحل العسل وبعض الفراشات أنزيم الانفرتاز الذى تصبه على الرحيق المزمع امتصاصه.

٢- إفراز مود جاذبة Pheromones كما فى الحشرات الاجتماعية مثل النمل والنحل والزنابير.

٣- إنتاج الحريركما فى حشرات رتبة حرشفية الأجنحة.

ب) الغدد الهضمية Digestive glands

توجد فى النسيج الطلائى لكل من المعى الأوسط (المعدة) واللفائفى خلايا يتخصص بعضها فى إفراز أنزيمات هاضمة وبعضها الآخر يقوم بعملية الامتصاص، وقد تقوم الخلايا المفرزة بوظيفة الامتصاص أيضاً بحيث يتم ذلك بالتناوب، وتختلف تلك الإنزيمات باختلاف أنواع الحشرات ففى حين تنتج فراشات الملابس أنزيمات لهضم الصوف والشعر (مواد بروتينية يطلق عليها الكيراتين) فإن الحشرات الأخرى تنتج أنواعاً تحلل الدهن (ليباز) أو السكريات (مالتار) أو الدهنية (تربسين).

وظائف الجهاز الهضمى

أولاً : حركة المواد الغذائية فى القناة الهضمية :

١ـ ميكانيكية طحن الطعام

تقوم القناة الهضمية بتكسير أجزاء الطعام ليسهل تأثير العصارات الهاضمة عليها، ويتم ذلك بواسطة أجزاء الفم أو القانصة وهما مزودان بزوائد كينينية أو أشواك فى كثير من أنواع الحشرات. ففى الصراصير يقوم الجزء الأمامى من القانصة بالطحن والجزء الخلفى يعمل كصمام لمرور الطعام، ولا يعنى هذا أن القانصة دائماً تعمل كجهاز طحن ولكنها فى بعض الحالات لها وظيفة أخرى فهى تعمل كمرشح فى حالة نحل العسل.

٢ـ البلع (دخول الطعام) Ingestion

فى الطرف الأمامى للقناة الهضمية يوجد تجويف الفم والذى يحاط بأجزاء الفم، وهنالك نوعان رئيسيان لأجزاء الفم هما أجزاء الفم القارض، أجزاء الفم الماص ولكل تحوراته ففى حالة سوسة الحبوب والتى تعتبر أجزاء فمها من النوع القارض تقوم الفكوك الأمامية بطحن الحبوب والخلفية تنقل الطعام إلى نهاية الفم وتوزع إفرازات الغدد الفكية على بقية أجزاء الفم وتحركات الخرطوم تجعل الفكوك تنقل الطعام عبر المريئ حيث يبدو أن الحركة الدودية غير موجودة فى كل من المريئ والبلعوم. وهناك حالات خاصة مثل يرقات Cbironomus حيث يتكون لها شبكة خيطية مخروطية من الإفرازات اللعابية حيث تعمل هذه الشبكات مرشح للطعام فلا تسمح بمرور الجزئيات من الطعام والتى يزيد نصف قطرها عن ١٧ ميكرون، بينما يندفع الماء عبر القناة الهضمية لليرقة، هذا وتستهلك الشبكة وأجزاءها كل دقيقتين. واغلب الاختلافات توجد فى الحشرات الماصة ففى حشرة Glossina يندفع خرطومها فى الجلد سريعاً وذلك بمساعدة الأسنان التى توجد على الشفة العليا والتى تعمل كمنشار لقطع الجلد، وتفرز الغدد اللعابية مادة لمنع تجلط الدم للعائل حيث لا تفرز هذه الغدد أنزيمات هاضمة ثم يمتص الدم عبر الثقب إلى القناة الهضمية بواسطة العضلات القابضة للمريئ. وفى كثير من حشرات نصفية الأجنحة وصفت طريقة تغذيتها على بتلات بنجر السكر والتى تنجذب إليها عن طريق تغير ألـ PH من ٦ إلي ٧.٥ فى البشرة، إلا أن معاملتها بثانى أكسيد الكربون يمنع استجابة الحشرة، والتى تستشعر هذا التغير فى الـ PH بواسطة أجزاء الفم، وعموماً يتم ابتلاع السوائل فى الحشرات الماصة عن طريق مضخة بواسطة المريئ.

٣- نقل الطعام

يعتمد تأثير الهضم والامتصاص إلى حد كبير على نشاط حركات النبض الأولية للقناة الهضمية. فحركات عضلات الصرصور يمكن رؤيتها بسهولة بإمرار الضوء خلالها ولقد وجد أن لهاه ثلاثة أنواع من الحركة : الأولى دورية، والثانية انسيابية، والثالثة حركة الانكماش الكبير وحركة الحوصلة والأجزاء التى تليها حتي القناة الهضمية الخلفية حركات متعاقبة. حيث يتحرك الجزء اللاحق بحركة تعتمد علي حركة الجزء السابق كما تتأثر الحوصلة تبلع الطعام ، ويتحكم الجهاز العصبى فى هذه الحركات جميعاً، ويتم التحكم فى القانصة عن طريق العقدة العصبية الصدرية. أما انكماشات أمعاء الجراد الرحال فإنهال تتنبه بالتركيزات الخفية للأسيتايل كولين وكلوريد الباريوم فى المحاليل المشبعة وتتثبط هذه الانكماشات بواسطة الزرنيخات، وعموماً فإن المعروف عن عوامل تنبيه الحركات الدودية فى الحشرات ما يزال قليلاً جداً، وتعرف حركة الطعام خلال الأمعاء بالحركة الميكانيكية العادية وتساعدها أحياناً بعض الأعضاء الخاصة وعلى سبيل المثال فإن صمام المستقيم فى حشرات ذات الجناحين يعمل على جذب الغشاء الغذائى خلال المستقيم.

٤- تكرار أو تتابع التغذية

وجد أن بعض حشرات رتبة نصفية الأجنحة تتغذى باستمرار لفترات طويلة أما فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة فإن فترة التغذية حوالى ٢٠-٣٠ دقيقة تعقبها فتراث راحة مماثلة وفى حالة ديدان الحرير فإن فترة الحصول على الوجبة تكون قصيرة فى بداية عمر اليرقة وتطول هذه الفترة بتقدم العمر Instar. ففى الأعمال الأربعة الأولى تكون هناك وجبة كل ساعة بينما فى العمر الخامس يكون المتوسط حوالى ٣٥ وجبة كل يوم، وعموماً ليس هناك فرق كبير بين بقية الحشرات وديدان الحرير إلا أن الغالبية العظمى من الحشرات تتغذى على فترات معينة من اليوم.

٥- معدل مرور الغذاء

يتوقف مرور الطعام فى القناة الهضمية على نوع كل من الحشرة والطعام الذى تتغذى عليه، فقد يبقى الطعام لبعض الوقت فى مناطق معينة من القناة الهضمية، وقد يمر سريعاً حتى القناة الهضمية الخلفية، كما تتأثر سرعة مرور الغذاء فى القناة الهضمية بعدة عوامل مثل التصويم، التنبيه العصبى، نشاط العضلات، وكذلك كمية الوجبة، ودرجة الحرارة، ومن جهة أخرى وجد أن كلا من الجنس ومراحل التطور لا يؤثر على هذه الظاهرة.

٦- التبرز Defection

وهى المرحلة الأخيرة من مرور المواد الغذائية وتتحكم فيها مجموعة من العضلات تتنبه كهربياً عن طريق العقدة البطنية الخلفية، وقد درست هذه الظاهرة فى نطَّاطات الأوراق فقط.

٧- الحركة الدودية العكسية فى الأمعاء Antiperistalsis

فى كثير من الحشرات تقوم هذه الحركة بدور هام فى نقل العصارات الهاضمة تجاه الأجزاء الأمامية من القناة الهضمية مثل نقل الإنزيمات من القناة الخلفية إلى القانصة، وبالمثل يحدث انتقال المواد المهضومة بواسطة البروتوزوا من الأمعاء الخلفية للنمل الأبيض إلى القناة الوسطى وذلك لامتصاصه، هذا وإنتاج العسل يتم بإرجاع الرحيق الذى تبتلعه الشغالات، حيث يتم امتصاص حمض الأكساليك ومشتقاته وبعض العناصر قبل الوصول للخلية، وبعد ذلك يعاد للفم حيث يضاف إليه بعض الإنزيمات مثل إنزيم الأنفرتاز أو الأميلاز ثم يوضع فى الأقراص الشمعية على هيئة قطرات صغيرة ليفقد جزءاً من الماء.

٨- تخزين الطعام فى القناة الهضمية

أثناء انتقال الطعام خلال القناة الهضمية يحدث أن يخزن بعضه فى بعض أجزاء القناة الهضمية قبل هضمه ولذلك تعتبر الحوصلة عضو تخزين فى كثير من الحشرات كالصرصور وغشائية الأجنحة وكثير من غمدية الأجنحة وزوجية الأجنحة (ذات الجناحين).

٩- ميكانيكة الجوع :

ميكانيكة الجوع فى الحشرات غير معروفة غير أن ظواهرها درست فى بعض الحشرات مثل الذباب والبعوض فمثلاً وجد أن الذباب الجائع فى حالة الراحة تكون رأسه لأعلى بينما الغير جائع تكون رأسه لأسفل، وتتأثر دورة الجوع فى الحشرة بالرطوبة والإضاءة وعمر الحشرة والتلقيح كما وجد أن توجهها للطعام فى حالة الجوع يختلف عنه فى حالة الشبع ولكن ميكانيكية ذلك غير معروفة.

١٠- الغشاء حول الغذائى : Peritrophic membrane

هو عبارة عن غشاء إفرازى خاص يبطن المعى الأوسط للحشرة، يعمل على حماية نسيجه من التلف ويوجد منه نوعان :

النوع الأول : ويتكون فيه الغشاء من طبقات مركزية غير ملتصقة (حرة) الواحده تلو الأخرى، وينتج بواسطة انفصال رقائق رقيقة من سطح الخلايا على طول المعى الوسطى، وخلايا

المعى الوسط لها حواف مخططـة، ويظهر كل طبقة كغشاء محدد عند سطح هذه الحافة فى هذه الحشرات وتنفصل بواسطة ما تفرزه من إفرازات أسفلها، وأحياناً ينظر إلى هذه العملية على أنها إفراز مادة تتكثف إلى غشاء، وأحياناً على أنها انتقال لجزء من سطح الخلايا، ولا يوجد ما يميز هذين الأمرين. وأحياناً تحمل الطبقات جزء من التخطيط من الخلايا، ولا يمكن اعتبار مجرد انفصال للحافة المخططة لاحتواء الطبقات على الكيتين بينما الحافة المخططة لا تحتوى على الكيتين، وفى يرقات الدبور والنحل ينطلق مالا يقل عن ستة أغشية من هذا النوع كل يوم.

والنوع الثانى : ويظهر هذا النوع فى الحشرات واليرقات لرتبة ثنائية الأجنحة ويتكون الغشاء من طبقة مفردة متجانسة وأنها تفرز فى شكل لزج بواسطة مجموعة من الخلايا عند الحافة الأمامية للمعى الوسطى تمر خلال شق دائرى بين النتوء المريئى والمعى الوسطى، وتتصلب لتكون أنبوبة متجانسة وبواسطة الحركة الخلفية والأمامية للنتوء المريئى يُدفع الغشاء إلى الخلف، ومن المحتمل فى حالات أخرى أن الغشاء يدفع للخلف بواسطة الحركة الدودية للقناة.

ثانياً : وظيفة القناة الهضمية فى الهضم والتمثيل الغذائى والامتصاص والإخراج :

يعتبر طريقة القناة الهضمية فى الهضم والتمثيل الغذائى والامتصاص والأخراج من أهم وظائف القناة الهضمية، حيث يتم فيها تناول الطعام ثم هضمه وتمثيله وامتصاصه للاستفادة به ثم نبذ مخلفاته، ونحن بصدد التعرف على كيفية هضم المواد الغذائية وامتصاصها وتمثيلها وإخراجها على النحو التالى :

١ـ هضم المواد الغذائية : هى عملية تحول كيميائى للطعام بحيث يسهل امتصاصه فى السائل الدموى لكى يتسنى مد اجزاء الجسم المختلفة بالمواد الغذائية وهذه العملية تتم بواسطة أنزيمات هاضمة خاصة حيث تقوم هذه الأنزيمات بتحليل المواد المعقدة فى الطعام إلى مركبات أكثر بساطة ويمكن للأخيرة أن تمتص ثم يستفيد منها الجسم.

تتحلل معظم المواد النشوية إلى سكريات أحادية ولكن فى بعض الحشرات لا يوجد أنزيم يحلل السليولوز الذى يوجد عادة فى الطعام فتأوى بعض الحشرات مثل النمل الأبيض والصراصير آكلة الخشب فى قناتها الهضمة كائنات حية دقيقة تسهل هضم السليولوز، وتتحلل البروتينات إلى بيبتيدات عديدة والتى يمكن أن تمتص على هذه الصورة قبل إجراء عمليات هضم لاحقة عليها أما الدهون فقد تمتص على حالتها دون تغير فى تركيبها ولكن غالباً ما تتحلل إلى أحماض دهنية وجلسرول وتنشط الأنزيمات التى تحلل المواد الغذائية تحت ظرف مثلى وداخل مدى محدود من رقم الحموضة ودرجة الحرارة.

ويحدث الامتصاص فى بعض الحالات كعملية عادية ولكن فى بعض الحشرات يحدث انتقال نشط لنواتج الهضم من تجويف القناة الهضمية إلى الهيموليمف، وتختلف كفاءة استفاءة الحشرات من طعامها باعتبارات كثيرة فى معظم الحشرات التى تتناول طعامها من نبات أخضر فإنها تهضم وتمتص جزءاً قليلاً نسبياً فقط من الطعام الذى تتناوله فى حين يمر معظمه إلى الخارج دون أى تغير على صورة براز وتوجد الأنزيمات الهاضمة فى اللعاب وفى إفرازات المعى الأوسط، وبالإضافة إلى ذلك يمكن تسهيل عملية الهضم بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التى قد توجد فى القناة الهضمية، وعموماً فإن عملية الهضم فى الحشرات تتم بطريقتين.

أ) الهضم خارج القناة الهضمية Extra-intestinal digestion

وفى هذه الحالة يبدأ الهضم قبل تناول الحشرة لطعامها وبالأخص فى الحشرات التى تتناول طعامها على صورة سائلة حيث تحقن الأنزيمات فى العائل كما فى الحشرات التى تتناول طعامها على صورة سائلة حيث تحقن الأنزيمات فى العائل كما فى الحشرات آكلة اللحوم من رتبة Heteroptera حيث تتحلل محتويات الفريسة تماماً قبل أن تتناولها الحشرة المفترسة.

ولم يتضح بعد كيف يتم ذلك هل هو بفعل أنزيمات الغدد اللعابية أم بفعل إرجاع أنزيمات المعى الأوسط، ويحدث أيضاً الهضم خارج القناة الهضمية فى اليرقات بفعل أنزيمات المعى الأوسط حيث تحقن هذه الأنزيمات فى الفريسة من خلال الفكوك العليا، وعندما يتم هضم محتويات الفريسة خلال فترة زمنية قصيرة تسحب هذه المحتويات إلى جسم الحشرة. كما توجد الأنزيمات الهاضمة للبروتينات ضمن المواد الإخراجية فى يرقات حشرة الذبابة الزرقاء Bluefly وبالتالى فإن اللحم الذى تعيش اليرقة بداخل يتحلل ويصبح على هيئة شبه سائلة قبل تناول اليرقة له.ومن أمثلة للهضم خارج القناة الهضمية ما يحدث فى دودة القز حيث تفرز الفراشة عند خروجها من الشرنقة أنزيم البروتيز الذى يحلل مادة سيرسين وهي المادة المكونة الأساسية الحرير وهى مادة بروتينية وبالتالى يسهل على الفراشة الخروج من الشرنقة خلال الثقب الذى أحدثته فيها.

ب) الهضم الداخلى : Internal digestion

تحدث معظم عمليات الهضم فى المعى الأوسط والتى تفرز فيها الأنزيمات ونظراً لقدرة الحشرة على إرجاع عصارة المعى الأوسط فإن بعض عمليات الهضم يمكن أن تتم فى الحوصلة، ففى الجراد الصحراوى يحدث نشاط كبير لأنزيم الفا جلوكوسيداز فى المعى الأمامى بالرغم من وجود معظم النشاط فى أنسجة المعى الأوسط وفى الأنسجة الطلائية للزوائد الأعورية.

ويحدث بعض النشاط لأنزيم الفا جلوكوسيداز فى الطبقة الطلائية للمعى الأمامى ولكن هذا النشاط يكون داخل الخلايا، ومن المحتمل أن لا يفرز هذا الأنزيم فى تجويف المعى الأمامى ماعدا هضم السليولوز فى قليل من الحشرات والتى توجد فيها كائنات حية دقيقة تقوم بعملية هضم السليولوز وليس لأنزيمات الحشرة دور فى هذا الهضم وقد تنتج الكائنات الحية الدقيقة أنزيمات يمكن أن تستفيد منها الحشرة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ويحدث ذلك فى هضم السليولوز والشمع ففى النحل المعقم من البكتريا يلاحظ أن الحشرة تفرز أنزيمات الإنفرتاز والبروتياز والليباز فقط أما بقى الأنزيمات الهاضمة للمواد النشوية والموجودة فى القناة الهضمية للنحل العادى فإنها تنتج بواسطة البكتريا ويتم هضم المواد الغذائي بواسطة بعض الأنزيمات وهى عبارة عن مواد بروتينية تفرزها الخلايا الحية بغرض القيام بدور المساعدة فى إسراع أو إبطاء التفاعلات الكيماوية داخل الجسم وتتميز بخصائص معينة، فهى التى تسرع وتسهل عمليات التفاعل الكيماوى فضلاً عن أنها لا تدخل فى المكونات الناتجة، والأنزيمات مواد متخصصة بالإضافة إلى أنها تتأثر بالعديد من العوامل مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضية، وهى لا تؤثر على الأنسجة الحية الموجودة فى الوسط الذى تعمل فيه نظراً لوجود مواد مضادة لهذه الأنزيمات تفرزها هذه الأنسجة.

هضم المواد النشوية (الكربوهيدراتية):

تمتص المواد النشوية عموماً على صورة سكريات احادية وبالتالى فانه قبل عملية الامتصاص يتم تحليل السكريات الثنائية و السكريات العديدة الى سكريات احادية، وهذا تفاعل معقد يحدث جزئيا فى جدار القناة الهضمية بفعل بعض الانزيمات ومن الضرورى وجود انزيمات مختلفة عادة لحدوث تحلل لسلاسل السكريا المختلفة فمثلاً المركبات التى تتكون من جلوكوز او جلاكتوز او تحتوى على روابط مختلفة الفا او بيتا بين جزيئات السكر يلزم لها انزيمات مختلفة.

السكريات الثنائية : السكريات الثنائية المعروفة هى المالتوز والتريهالوز والسكروز حيث تحتوى جميعها على جزيئات جلوكوز التى ترتبط مع الجزئ التالى بواسطة رابطة الفا وتتحلل هذه السكريات بواسطة انزيم الفا جلوكوسيداز وهو الانزيم الذى يهاجم الرابطة الفا فى جزئ الجلوكوز ، وهو انزيم الانفرتاز العادى الذى يوجد فى الحشرات ، وتوجد مركبات بيتا جلوكوسيدات (سالسين ، اركوتين، سيالوبيوز) وهى عادة من اصل نباتى، وبالتالى فان النشاط العالى للانزيم بيتا جلوكوسيداز يوجد فى الحشرات التى تتغذى على نباتات غضة ومجموعة انزيمات الجلوكوسيداز وهى عبارة عن الانزيمات المعروفة التى تحلل الجلوكوسيدات ، ولكن انزيم الفا جلاكتوسيداز الذى يحلل سكر ميليبيوز امكن استخلاصه من الحشرات التابعة لرتبة ثنائية الاجنحة ومن الجراد الصحراوى ، كما امكن استخلاص انزيم جلاكتوسيداز الذى يحلل سكر اللاكتوز ايضا فى الجراد الصحراوى. بالاضافة الى ماسبق توجد انزيمات اخرى ركثر تخصصاً ولكنها تحلل

مادة من مواد التفاعل ، ففى الجراد الصحراوى (بالاضافة الى وجود انزيم الفا جلوكوسيداز العام الذى يحلل سكر التريهالوز مع باقى مجموعة الفا جلوكوسيدات) من المحتمل وجود انزيم الفا جلوكوسيداز خاص الذى يحلل سكر التريهالوز فقط.

فى تحليل المواد النشوية يعتبر الماء المستقبل النموذجى لجزيئات السكر ، ولكن سكريات اخرى يمكن ان تعمل جيدا وبالتساوى كمستقبلات لتكوين السكريات ذات الجزيئات القليلة ، وبالتالى فانه عند تحليل السكروز تعمل جزيئات اخرى من السكروز كمستقبلات لتكوين السكريات الثلاثية المسماه جلوكوسكروز وميلبزينوز وهذة السكريات الثلاثية يمكن ان تسقبل جزئ جلوكوز اخر لتكون سكريات رباعية وتسمى هذه العملية عملية انتقال الجلوكوسيدات.

السكريات العديدة : يتحلل السكر النباتى الى سكر المالتوز، بينما يتحلل النشا الحيوانى

(الجلوكوجين) الى جلوكوز، ويتم ذلك بفعل انزيم الاميليز الذى يحفز تحليل الروابط الجلوكوسيدية ١:٤ فى السكريات العديدة . ويوجد نوعان من الاميليز يعملان فى اتجاهين مختلفين الاميليز الخارجى الذى ينزع جزيئات سكر المالتوز من نهايات جزئ النشا النباتى ويؤدى الى زيادة بطيئة فى تركيز المالتوز ويتم هضم النتواتج ثانياً بالريقة العادية بواسطة مجموعة الفا جلوكوسيداز .

بالرغم من ان كثير من الحشرات تتغذى على النباتات والخشب ، توجد قلة منها تحوى على انزيم السليولاز الذى يحلل السليلوز وعند عدم وجود انزيم السليولاز فان الحشرات تتغذى اما على محتويات الخلايا بدون هضم الجدر الخلوية او ان هذه الحشرات تعتمد على الكائنات الحية الدقيقة التى تهضم لها السليلوز .

هضم البروتينات: يتم هضم البروتينات بواسطة مجموعة من الانزيمات فيوجد البروتينيز الذى يشبه التربسين ، حيث ينتج فى المعى الاوسط ويحلل البروتين الى بيتونات وبيبتدات عديدة وهذة المركبات الاخيرة يعمل عليها مجموعة من انزيمات البيبتداز الذى يوجد يعضها فى تجويف القناه الهضمية ويوجد معظمها فى الخلايا الطلائية وهذا يدل على ان معظم البيبتيدات تمتص قبل اجراء اى عمليات هضم لاحقة عليها. وتوجد انواع اخرى مختلفة من مجموعة انزيمات البيبتداز (انزيم كربوكس عديد البيبتيدية) الذى يهاجم السلسة البيبتيدية من نهاية مجموعة الكربوكسيل (-COOH) شرلاية وجود انزيم التربسين او الاحماض الامينية الخاصة الاخرى فى السلسة وانزيم امينو عديد البيبتداز الذى يهاجم السلسة من نهاية مجموعة الامين

(-NH2) ، وانزيم ثنائى البيبتدايز الذى يحلل كل البيبتيدات الثنائية وهناك بعض الحشرات لها القدرة على هضم البروتينات الحيوانية الجامدة مثل الكيراتين والكولاجين.

الكيراتين: هو البروتين الذى يوجد فى الصوف والشعر والريش والاظافر والجلد والقرون والحوافر ويتكون من سلاسل بيبتدية عديدة تحتوى على احماض امينية بها كبريت وترتبط معها بواسطة روابط ثنائية الكبريتيد تجعل البروتين كله مستقر ومتوازن ويمكن للقمل القارض المتطفل على الطيور ويرقات بعض الحشرات التابعة لعائلة Dermestidae هضم الكيراتين.

الكولاجين : هو نوع من البروتين يوجد فى الجلد والعظام ويتكون من الجليسين والبرولين والهيدروكسى برولين ، وهذه المادة تتكون من بيبتيدات عديدة لاتتاثر بانزيمات الاندوبيبتيداز من نوع التربسين ولقد ثبت ان يرقات من رتبة ثنائية الاجنحة وبعض انواع حشرات الذباب الازرق تنتج انزيم الكولاجينيز الذى ينشط على كولاجين الانسجة الحيوانية فتضع حشرة نغف جلد البقر البيض على شعر العائل وبد الفقس تثقب جلد العائل وتدخل بين انسجته .

هضم الدهون: تنتج كثير من الحشرات مجموعة من انزيمات الليبيزالى تحلل الدهون الى احماض دهنية وجليسرول وهذا التحلل لايكتمل لان الاحماض الدهنية تصبح مرتبطة بالدن المتحلل جزئيا ، وتزيح الاحماض الدهنية الانزيم وتعزله عن السطح الذى يقع بين الماء والزيت ويعتبر هذا السح هو مكان نشاط وعمل انزيم الليبيز وبالتالى فان اى تحلل لاحق لا يتم ، وفى دودة الشمع التى تتغذى على شمع النحل لها حاله خاصه فى هضم الدهون حيث ان قرص العسل يشكل الجزء الاكبر من طعام هذة اليرقات برغم انها يمكن ان تعيش بدونه، ويتكون شمع نحل العسل الذى ينع منه قرص السل من خليط من الاسترات والاحماض الدهنية ومركبات عضوية تحتوى على الهيدروجين والكربون (مركبات هيدروكربونية) ويمكن ليرقة دودة الشمع ان تستفيد من حوالى ٥٠% من الشمع الذى تاكله وبالذات الاحماض الدهنية وبعض المواد الغير قابلة للتصبن وبعض مركبات الهيدروكربون، وحتى الان لايعرف الدور الذى تلعبه البكتيريا فى هضم الشمع ، ففى تجربه عقمت فيها هذة اليرقات من البكتيريا امكنها هضم بعض المركبات الدهنية ولا يمكنها هضم استرات كحول ميرسيل الذى يكون الجزء الاكبر من الشمع.

٢- تمثيل المواد الغذائية :

التمثيل الغذائى : هو عمليات التحول التى تحدث للغذاء المهضوم للاستفادة منه اما فى انتاج الطاقة اللازمة لنشاط الكائن او لبناء الانسجة اللازمة لنمو الجسم وحيويته ولذا فالتمثيل الغذائى يشمل النوعين التاليين :

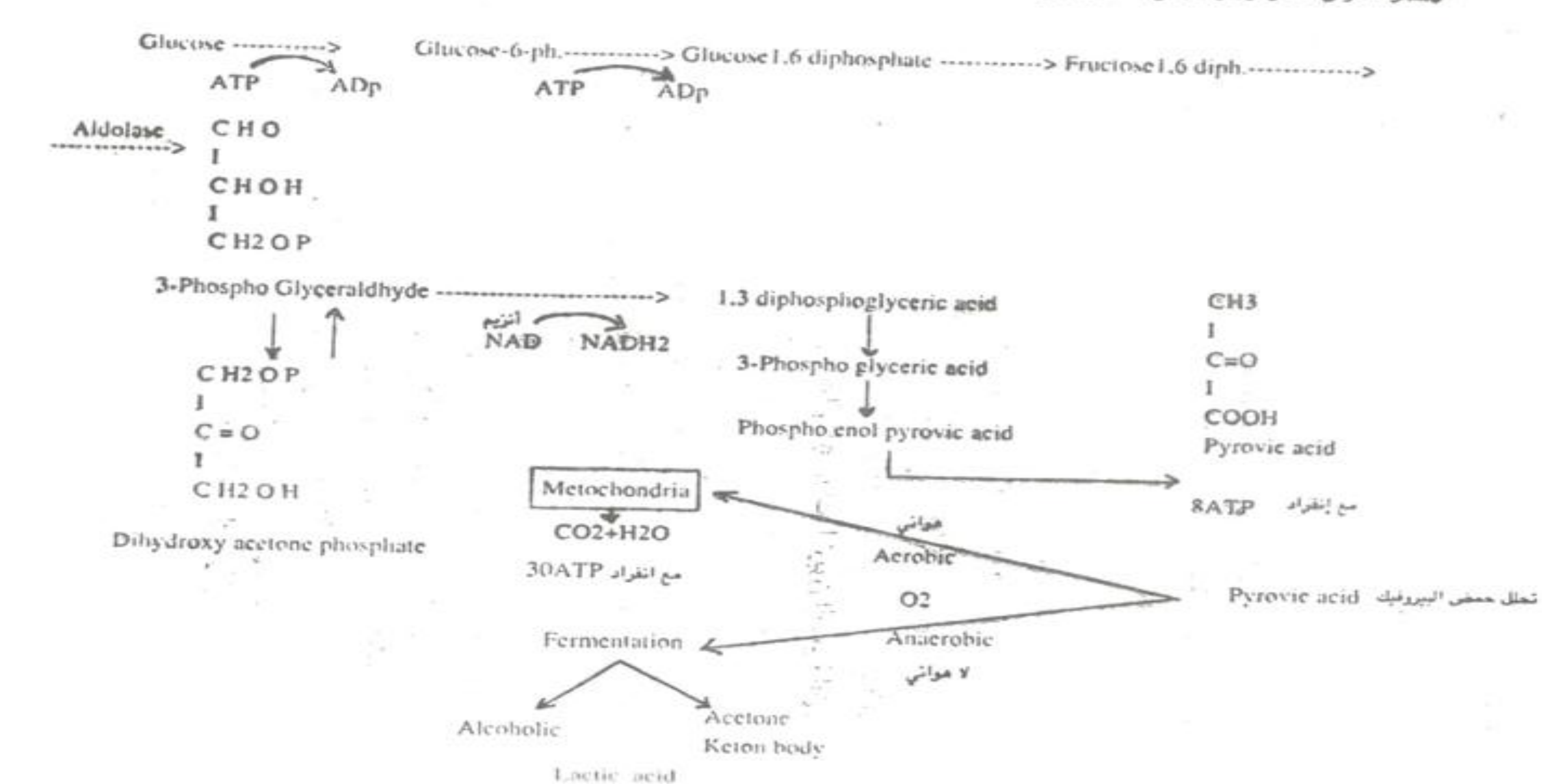
١- هدم الجزيئات العضوية والحول على الطاقة من الروابط الفسفورية .
٢- تخليق جزيئات بعض المركبات العضوية المعقدة التركيب من مواد ابسط منها ويحتاج اليها الكائن الحى مثل الهرمونات.

وتتم هذة العمليات اما:

١- لاهوائياً: وتتم بسرعة داخل الخلايا وتتولد عنها كمية صغيرة من الطاقة .
٢- هوائيا : وتتم ببطء ويولد عنها كمية كبيرة من الطاقة .

هدم جزيئات المركبات العضوية:

سبق ان ذكرنا أن غذاء الحشرة يحتوى على ثلاثة اقسام رئيسية ، وهى الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، وكلها تستخدم كمصدر للطاقة فى الحشرات، ويعتمد تحلل هذة المواد على نظام معقد من التفاعلات الانزيمية وتعتبر دورة كربس krebs وهى محور هذه العمليات وتعمل الانزيمات بالطبع كعوامل مساعدة تؤثر فى الاكسدة الكاملة لمجموعتى كربوكسيل لتحولهما الى CO_2 ،H_2O ويم التفاعل خلال سلسلة من نزع الهيدروجين حيث ينطلق CO_2 فى السوائل بينما الهيدروجين الذى ينلق من عمليات اتحاد المواد المختلفة تخرج فى سلسلة أو حامل الكترونى ينطلق عليه (NAD) مركب بتكوينين ادينين ثنائى والفلافوبروتين والسيتوكروم امثلة شائعة لهذة العملية ، ام الالكترونات H_2 تتكون من جزيئات O_2 ماء H_2O وعمليات انتقال الهيدروجين مرتبطة بعملية فسفرة ولذا فان المعادلة الاساسية لانطلاق الطاقة فى عملية نزع الهيدروجين والتى ترتبط فى صورة روابط فسفورية ، هى روابط ذات طاقة عالية تؤدى الى تكوين ثلاثى فوسفات الادينين (ATP) من ثنائى فوسفات الادينين (ADP) . وتسمى طاقتها الى وجد فى الشق الفوسفاتى بالطاقة القابلة للاسقبال ، وتستخدم الطاقة المنطلقة هنا فى العمليات المختلفة فى الجسم حيث يحتاج اليها لبقاء حياته ، اى ان الجسم يحتاج الى ATP لعمليات كثيرة اهمها انقباض العضلات ، التخليق الكيماوى ، انتاج الضوء فى الاعضاء المضيئة لبعض انواع الحشرات وما شابه ذلك التفسير الحديث يكفى لتقبل بان انتاج ATP الذى يحدث اساساً نتيجة الفسفرة التاكسدية هو عملية اساسية لظروف معيشة الحشرة .



خطوات عملية Glycolysis
الخطوة الأولى لا هوائية وتتم في السنيوبلازم
Glucose ------------>
ATP
ADp
Glucose-6-ph.-----------> Glucose 1.6 diphosphate ------------> Fructose 1.6 diph.------------->
ATP
ADp
Aldolase
CHO
I
CHOH
I
CH2OP
3-Phospho Glyceraldhyde ------------------------->
CH2OP
I
C=O
I
CH2OH
Dihydroxy acetone phosphate
انزيم
NAD
NADH2
1.3 diphosphoglyceric acid
3-Phospho glyceric acid
Phospho enol pyrovic acid
CH3
I
C=O
I
COOH
Pyrovic acid
8ATP مع إنفراد
Metochondria
CO2+H2O
30ATP مع انفراد
هوائي
Aerobic
O2
Anaerobic
لا هوائي
Pyrovic acid تحلل حمض البيروفيك
Fermentation
Alcoholic
Acetone
Keton body
Lactic acid

تمثيل الكربوهيدرات:

تتحلل الكربوهيدرات الى صورة مناسبة للدخول فى دورة كربس تسمى Glycolysis ، وينشا هذا من جزئ الكربون السداسى الذى ينتج عن عمليات التحلل المائى لعديد السكريات مثل الجليكوجين، وتحدث الفسفرة الى تجعل الجزيئ فى حالة نشطة وتسهل انشقاق الجزيئ السداسى الكربون الى جزئين (٣ك) وكل خطوة فى هذه العملية تتم فى وجود الانزيم الخاص بها ، ولتوضيح اكثر فان جزيئ الكربون الثلاثى يمر بعمليات نزع الكربوكسيل التاكسيدية باتحادها مع المرافق الانزيمى استيل كولين (COA) لينتج جزيئ الكربون الثنائى الذى يبقى بالمرافق الانزيمى استيل كولين (COA)، وبهذة الصورة يدخل دورة كربس ، وتدخل بعد ذلك عملية الفسفرة التاكسيدية ، ماعدا عملية نزع مجموعة الكربوكسيل النهائية وهدم الجلوكوز الى (2C) تاخذ مكانها فى وجود (O_2).

تمثيل الدهون :

تخضع هذه العملية لمرحلة تمهيدية من التحلل المائى حيث ينتج عنها الجلسرول والاحماض الدهنية ، فالجلسرول يتفسفر حيث يسير فى عمليات التحلل الجليسرولى، بينما الاحماض الدهنية تسير فى عملية يطلق عليها B-oxidation وهذا يتضمن انشقاق متتالى لجزيئات الكربون الثنائية التى تتحد مع المرافق الانزيمى استيل كولين (COA) حيث تدخل جزيئات الكربون الثنائية دورة كربس.

تمثيل البروتينات:

تتحلل محتوياتها من الاحماض الامينية واهمها عمليات نزع الامين واهم ثلاث احماض امينية هى الجلوتاميك ، والاسبرتك ، والالانين وينتج عنها ثلاثة من Keto-Analoge الذى ينشا من عملية التمثيل الغذائى ، حيث تمر فى عملية Oxalo-acetic acid، α keto- glutaric acid (وهى مواد فى دورة كربس) وحمض البيروفيك (ناتج نهائى لعمليا التحلل الجليكولى). وبالتالى يكون عندنا ثلاث مداخل للدخول فى النظام التمثيلى ، وهناك كثير من الاحماض الامينية يمكن تحويلها من احد هذة الثلاث ور الى الاخرى ، وبهذة الطريقة فان البروتين الغذائى يهدم لانتاج طاقة فى شكل روابط فسفورية ، اما النتيروجين الزائد الذى لايوجد له مكان فى المسار المذكور يخرج على صورة امونيا كمادة نهائية سامة.

التمثيل الوسطى فى الحشرات :Intermediate Metabolism

ليس كل التمثيل هدماً للمركبات وانطلاقاً للطاقة كما سبق توضيحه ، بل ان هناك مواد تحتاجها الحشرة اثناء عملية التمثيل ويسمى تمثيلا وسطياً.

أ- التمثيل التخزينى : Storage Metabolism

عند زيادة المواد الغذائية عن حاجة الجسم يتم تخزينها لوقت الحاجة اليها والمكان الرئيسى للتخزين هو الاجسام الدهنية حيث تتحول هذة المواد الى صورة غير ذائبة داخل خلايا الجسم الدهنى ومنها الجليكوجين فى عملية Glycolysis وكذلك التريهالوز Trihalose الذى يحول بعد ذلك الى جلوكوز -٦- فوسفات، والتريهالوز يظل فى الدم لحين استخدامه ، وقد ثبت حديثاً وجود انزيم الليبيز فى الاجسام الدهنية حيث يقوم بتفكيك الاحماض الدهنية عند الحاجة.

ب- تمثيل المواد السامة: Detoxication Metabolism

ينتج عن عمليات التمثيل الغذائى للحشرات وجود بعض المواد السامة مثل ثانى اكسيد الكربون CO_2 والامونيا NH_2 ، وتقوم الحشرات بالتخلص منها او العمل على ابطال سميتها او تحويلها الى مركبات غير سامة يخرج CO_2 اثناء التنفس ويتحول الى بيكربونات تذوب فى الماء مكونة حمض الكربونيك ، ويبدو انه لا يوجد انزيم كبربونيك انهيدريز فى الحشرات والذى يقوم بتحليل هذا الحمض فى الفقاريا وبالنسبة للامونيا NH_2 فانها اما تخرج عن طريق سطح الجسم وفتحاته بالانتشاراويتم تحويلها الى مركبات غير سامة نوعاً ما ويمكن اخراجها كحمض البوريك ومشتقاته مثل اليوريا.

تمثيل مواد الكيوتيكل : Cuticle Metabolism

تعتبر عملية تكوين الجليد الواقى لجسم الحشرة Cuticle عملية تخليقية تمثيلية حيث تفرزه الخلايا بعد عمليات عديدة وفى طبقات عدة تختلف فى وظائفها وتركيبها الكيماوى .

تمثيل الصبغات : Pigment Metabolism

الصبغات فى الحشرات عبارة عن ترسيب مواد صبغية حقيقية فى الكيوتيكل او تحت طبقة Hypodermes ومن هذة الصبغات الميلانين والبتيربينات ، البروبين الحشرى ، والميلانين اهم الصبغات الجلدية عديمة الشكل ، ثابت جداً ذو لون بنى قاتم او اسود غالباً، غير ان حبيباته لا تذوب فى المذيبات العادية تتاكسد بسرعة ، وقد اقترح Liser1950 انها تنشا عن طريق بلمرة مركبات الاندول المشتقة من الحمض الامينى الثيروسين وذلك بقفل الحلقة والاكسدة تحت تاثير انزيم اللبيتر وسينيز وهى عملية تمثيلية .

٣-وظيفة القناة الهضمية فى الامتصاص :

تقوم الخلايا الطلائية للقناة الهضمية بدور فعال فى عملية الامتصاص فى الحشرات الاكثر تعقيداً فى حين نجد ان الخلايا الملتهمة phagocytes ليس لها اى دور فى هذة العملية على الاطلاق. والمواد المعقدة صعبة التركيب ، يتم امتصاصها فى صورة سهلة ومبسطة ، ولقد عرف فى وقت مبكر ان القناة الهضمية الوسطى Midgut هى الجزء الرئيسى لامتصاص المواد الغذائية فى حين ان القناة الهضمية الامامية Foregut عمل كممر للغذاء او كعضو تخزين ، وان القناة الهضمية الخلفية Hindgut تعمل كمعبر للتخلص من المواد الغذائية الغير مهضومة او الغير قابلة للامتصاص ، وترجع قدرة القناة الهضمية الوسطى على الامتصاص الى غياب الطبقة الكيتينية المبطنة لها ولقد عرف حديثاً عن القناة الهضمية الخلفية أنها تعمل كعضو هام فى عملية الامتصاص م وجود هذة البطانة الجليدية ويحتمل ان بعض الانزيمات الهاضمة قد تمتص مرة اخرى فى القناة الهضمية الامامية مع وجود بعض الاستثناءات ، وعموماً فلا يزال ينظر اليها كعضو تخزين للغذاء او ممد للغذاء .

ومعظم الادلة الايجابية التى عرفت ، نتيجة للدراسات التى تمت بشان الامتصاص ، قد اعتمدت على المواد المتجمعة التى امكن كشفها داخل الخلايا ، لكن هناك شك فى ان بعض المواد قد مرت خلال الخلايا الطلائية في القناة الهضمية دون حدوث اى زيادة اوتجميع لها without Accumulation، ولكن من الواضح ان عملية الامتصاص هى عملية نشطة تتم فى اغلب الاحيان بصورة اختيارية Selective، ومجموعة الخلايا المتخصصة فى الامتصاص تقوم باخذ مجموع المواد الخاصة (النوعية) Specific Materials عن طريق Lumen وهذة الخلايا المتخصصة تكون ذات قدرة تاثيرية داخل حدودها .

امتصاص الماء او قانون الماء : Water Regulation

تعتبر المساعدة فى تنظيم الماء او التحكم فى الماء الداخل الى جسم الحشرة او الخارج منها احد الوظائف الهامة لجدار القناة الهضمية، فالحشرات التى تعيش فى بيئات جافة او يشح فيها الماء وتتغذى على مواد عذائية جافة فلابد لها ان تقوم بتخزين الماء وهذا الحشرة عند نقص الرطوبة تقومبالتهام كميات كبيرة من الغذاء فى ظروف الجفاف وذلك لكى تستخدمه الحشره فى انتاج ماء التمثيل الغذائى Metabolism Water. وقد تلجا الحشرات الى اعادة امتصاص الماء مرة اخرى من المواد الاخراجية قبل التخلص منهاوقد وجد فى بعض الحشرات ان محتويات القناة الهضمية الخلفية عند مقدمة نهايتها تكون نصف سائلة ولكنها عند المستقيم تكون اكثر جفافاً وتصبح المواد الاخراجية فى القناة الهضمية الخلفية خصوصا فى منطقة المستقيم جافة حيث تتشكل منطقة المستقيم من ستة اذرع مكونة من مجموعات من الخلايا الطلائية وقد تغيب منطقة الامتصاص فى المستقيم ليرقات الحشرات كاملة التبدل وحشرات ذباب مايو ورتبة الحشرات نصفية الاجنحة ولذلك لايتم اعادة امتصاص الماء حيث يصبح وجود هذة المنطقة النشطة غير مهمة وغير ذى فائدة.

وفى الحشرات الى تتغذى على العصارة النباتية والتى تزيد فيها نسبة الماء ويقل تركيز المواد الغذائية فان الحشرات فى هذة الحالة تتخلص من الماء الزائد فى العصارة لتركيز المواد الغذائية، ويحدث ذلك بان تنحنى نهاية المعدة لتصبح مجاورة لبدايتها او لنهاية المرئي وقد يزداد التقارب ليزداد التماس او

قد تدخل فى الجدار ذاته حتى تصبح بجوار النسيج الظاهرى وتلتف حوله ويكون الغرض من هذا هو ان ترشيح الماء من المرئى او من بداية المعدة الى القناة الهضمية الخلفية وبذلك تسنح الفرصة لكى يصل الى المعدة ذاتها غذاء مركز يمكن ان يتم هضمه ويمتص ويعرف هذا النظام باسم غرف الترشيح Filter Chamber ويتم هذا بصورة واضحة فى رتبة الحشرات متجانسة الاجنحة Homoptera وبعض حشرات نصفية الاجنحة Hemiptera حيث تنقسم المعدة الى جزء امامى كبير جداره ماص وجزء خلفى انبوبى جداره مفرز هاضم ومهما توسعنا فى الكلام عن امتصاص الماء فى الحشرات فانه يجب الانغفل ان اغلبية الماء يتم امتصاصه فى المنطقة الوسطى من القناة الهضمية الوسطى (المعدة). ويرجع زيادة امتصاص الماء فى هذة المنطقة الى زيادة الحموضة نتيجة تجلط المواد الغذائية الغنية بالبروتين مما يؤدى الى تقليل الضغط الاسموزى وحدوث تيسير فى عملية الامتصاص.

امتصاص المواد الغذائية : Nutrients Absorbation

١-امتصاص الكربوهيدرات: Absorbation of carbohydrates

تمتص المواد الكربوهيدراتية (النشوية) اساساً على هيئة سكريا احادية ويحدث امتصاص هذة المواد فى الصرصور الامريكى وفى الجراد الصحراوى فى المعى الاوسط وخاصة فى الزوائد الاعورية التابعة لهذا المعى. وتعتمد عملية الامتصاص للسكريات الناتجة عن تحليل المواد النشوية الاكثر تعقيداً على الانتشار من التركيز الاعلى فى القناه الهضمية الى التركيز المنخفض فى الهيموليمف. ويسهل هذة العملية التحول المباشر للجلوكوز الى سكر التريهالوز فى الجسم الدهنى الذى يحيط بالقناه الهضمية وبالتالى لايرتفع تركيز الجلوكوز فى الدم ابداً . واذا كان تركيز الجلوكوز فى القناه الهضمية عالياً جداً فان الانتشار يحدث بسرعة كبيرة فى البداية حيث لاتتمكن الية تحويله الى التريهالوز من مسايرة سرعة الانتشار وتكون النتيجة تراكم الجلوكوز فى الهيموليمف وتظهر الصورة النهائية لهذة العملية على هيئة انخفاض معدل الانتشار عبر القناه الهضمية وبالتالى ينخفض معدل الامتصاص. فى يرقات بعوضة الايديس Aedes يظهر الجليكوجين (النشا الحيوانى) فى خلايا الجزء الخلفى من المعى الوسطى بعد تناول الحشرة للجلوكوز ، ويمكن القول ان سرعة التحول الى الجليكوجين قد تحافظ على تركيز الجلوكوز من تجويف القناه الهضمية لداخل الحشرة.

٢- امتصاص الدهون :

لايحدث امتصاص للدهون فى القناه الهضمية الامامية لكن الابحاث التى اجريت منذ فترة بينت انه من الممكن حدوث امتصاص للدهون فى القناه الهضمية الامامية فى حوصلة بعض انواع الصراصير وخصوصاً الصرصور الشرقى، اما داخل القناه الهضمية الوسطى فهناك ادلة على حدوث الامتصاص فى الجزء الامامى والجزء الخلفى للمعى الاوسط ففى يرقات الذبابة الزرقاء يتم امتصاص الدهون فى قطاعات طويلة فى الامام والخلف من القناه الهضمية الوسطى وبسهولة بينما القطاع الاوسط هو الاقصر لايقوم بعملية الامتصاص عادة. ولو انه قد تم اثبات وجود الدهن فى نفس خلايا هذة المناطق . وفى بعض الحشرات غشائية الاجنحة يحدث امتصاص للدهون فى القناه الهضمية الخلفية للحشرات البالغة . وفى بعض الحشرات قد يحدث امتصاص للدهون دون

حدوث الهضم حيث تمتص الدهون على حالتها وذلك بالرغم من وجود انزيم الليبيز Lipase وفى النهاية نخلص الى انه يتم امتصاص للدهون على هيئة احماض دهنية ، والدهون غير القابلة للتحول او التغير unchanged fat فان قليل منها يدخل فى تركيب وتكوين الاجسام الدهنية.

٣-امتصاص البروتينات:

يوجد انزيمات لها القدرة على هضم وتكسير البروتينات (كما سبق ان اوضحنا) وان هذا التحلل للبروتينات يحدث داخل القناه الهضمية قبل امتصاصها ويحدث الامتصاص فى المعى الاوسط. وتعتبر الزوائد الاعورية على وجه الخصوص هامة فى امتصاص الجليسين والسيرين فى الجراد الصحراوى . ولكن الاحماض الامينية التى تمر للخارج فى البول من انابيب ملبيجى يعاد امتصاصها ايضاً فى المستقيم . وفى بعض الاحيان تمتص البروتينات بدون اى تغير ثم تجرى عليها عمليات الهضم داخل الخلايا . فمثلاً من المعروف ان خلايا المعى الاوسط لحشرة قمل الانسان تمتص الهيموجلوبين بدوث حدوث اى تغير فيه. تعتمد طريقة امتصاص الاحماض الامينية على تركيزاتها النسبية فى الطعام وفى الهيمولميف، فبعضها يوجد بتركيزات اعلى فى الطعام عنها فى الهيمولميف وتحدث عملية الامتصاص بواسطة الانتشار العادى . فى حشرات جنس Rhodinus بعد تناول وجبة دم يظهر ان الهيموجلوبين يمتص مباشرة قبل تحلله بواسطة المنطقة الواسطى من القناه الهضمية الواسطى كما يمتص الهيموجلوبين جزئياً بواسطة الجزء الاول من مقدم القناه الهضمية الواسطى ولم يظهر اى امتصاص بواسطة القناه الهضمية الامامية او الخلفية.

امتصاص المواد غير العضوية : Absorbation of Inorganic materials

هناك اختلافات كبيرة بين الحشرات وبعضها من حيث قدرتها على امتصاص المواد غير العضوية وقد استخدم هذا التباين فى دراسة امتصاص المواد غير العضوية وقد يكون من الصعب ايجاد او اعطاء صورة واضحة عن هذا التباين وعلى سبيل المثال فان هناك مجالا واسعاً لامتصاص المعادن لاحد الانواع فعند تغذية يرقات Teneola على الصوف المشرب بالاملاح المعدنية وبعد هضم الصوف داخل القناه الهضمية تم كشف مجموعة السلفاهيدريل والمكونة من السستين والحديد والنحاس والرصاص والزئبق ومعادن اخرى كثيرة وكذلك كلوريد السلفايد Chloride Sulfides وذلك بداخل Lumen للقناه الهضمية الواسطى، وعموماً فان الايونات غير العضوية تمتص فى المعى الاوسط ويعاد امتصاصها من السوائل فى المستقيم ، وقد توجد مناطق معينة لامتصاص الايونات المختلفة فى المعى الاوسط.

١- امتصاص الحديد:

يعتبر الحديد من المعادن الهامةالتى يتم امتصاصها ففى نوعين من الصراصير يتم امتصاص الحديد فى اماكن عديدة من القناه الهضمية بينما فى الصرصور الامريكى فانه يمتص بواسطة الزوائد المعدية ويغيب عن الخلايا الطلائية الخاملة فى القناه الهضمية الواسطى كما وان الحديد يمتص ايضا فى الاجزاء الخلفية من القناه الواسطى او نهاية القناه الهضمية الخلفية فى يرقات البعوض ولا يتم ذلك فى الحشرات البالغة. وفى حشرة النحل فان الحديد لايمتص من معدة العسل (الحوصلة) على الرغم من ان الغلاف الكيتينى المحيط بها ربما يكون قد صبغ اولطخ بالحديد. وهويمتص بصورة اساسية فى

القناه الهضمية الواسطى ويزداد تركيزه عند الحافة الداخلية للخلايا الطلائية للمنطقة الواسطى من المعدة لشغالات نحل العسل التى تتغذى على حبوب اللقاح .

٢- امتصاص النحاس: Copper

يتم امتصاص النحاس فى يرقات Lucilia فى منطقتين محصورتين فى المنطقة الوسطى الحمضية للقناه الهضمية (فى منطقتين صغيرتين تتميز بوجود خليط من الخلايا المحببة للدهن والخلايا المحببة للنحاس) ويفصل هاتين المنطقتين منطقة اخرى لايحدث بها امتصاص وقد لوحظ ان الخلايا التى يمتص فيها النحاس تحتوى على كمية كبيرة من الدهون بينما تفتقدالمناطق التى لايمتص بها النحاس الى الدهون . بينما تمتص الحشرات البالغة لنفس الذبابة النحاس فى صورة الجزء الامامى والخلفى من المعى الاوسط. بينما فى كل من الحشرات البالغة واليرقات التى لاتمتص النحاس فى كل من القناه الهضمية الامامية اوالخلفية فى حشرات Lucilia البالغة واليرقات.

٣- امتصاص الباريوم والمنجنيز والسترونتيم:Barium, Manganese, Strontium

يمتص كل من الباريوم والسترونيتم فى القناه الوسطى لعديد من الحشرات ويخزن فى الخلايا الطلائية على هيئة حبيبات دقيقة كاذبة Granules Laying بين الانبوبة والLumen . وبين الوقت والاخر يتجمع ايضا فى الخلايا الطلائية للقناه الخلفية فى حشرة الصرصور من جنس Preplaneta، وفى حشرة من جنس Nespulaيمتص كل من الباريوم والمنجنيز فى خلايا القناه الهضمية الوسطى.

٤- امتصاص اليود: Iodine

اظهر التجارب ان اليود يمر عادة خلال القناه الهضمية الامامية وكذلك القناه الوسطى دون ان يمتص . وفى يرقات الدروسوفيلا يتجمع اليود فى القناه الخلفية ولهذا فهناك احتمال لظهور اليود فى القصبات والكيوتيكل والجسم الدهنى . ولكنه يختفى بصورة اساسية فى القناه الهضمية الخلفية حيث يمر خلال القناه الواسطى دون ان يحدث له امتصاص او تجمع.

٥- امتصاص الفوسفات: Phosphate

فى حشرات المن Aphids توجد دورة الفوسفات داخل القناه الهضمية الوسطى Circulation of Phosphate secreted into midgut ويستخدم جزء من هذا الفوسفات فى عملية تنظيم ومعادلة العصارة الهاضمة ، ويعاد امتصاص هذا الفوسفور الموجود بالعصارة الهاضمة عن طريق القناه الهضمية الخلفية ولذا فان القليل جداً من هذا الفوسفور قد يفقد مع المواد الاخراجية . ونفس دورة الفوسفات هذه تظهر فى يرقات الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة وهناك ادلة قاطعة تثبت ان الفوسفات يمكن ان يمتص بسرعة من الدم فى فراغات القناه الهضمية الامامية ، كما يمكن ان يمر فى اتجاه معاكس فى القناه الهضمية الواسطى الى الدم كما فى يرقات Tenebrio ويغيب الفوسفات من القناه الهضمية الامامية والخلفية فى معظم الحشرات باستثناء اليرقات والحشرات البالغة Tenebrio حيث تتواجد كميات بسيطة فى القناه الخلفية وبكميات اكبر فى المستقيم حيث اتضح وجود فوسفات الصوديوم والحديد . وخصائص القابلية للذويان لمركبات الفوسفور فى القناه الهضمية الواسطى

اظهرت وجود الفوسفولبيدات Phospholipides وقد استدل ايضاً على ان الفوسفور يمكن ان ينشا من خلال عملية الفسفرة Phosphorylation .

٦- امتصاص الصوديوم والكلور والبوتاسيوم:

اوضحت التجارب ان ايونات الصوديوم تمتص فى منطقة المستقيم كما فى يرقات Tenebrio ويعاد امتصاص الكلور فى خلايا غدد المستقيم الطلائية (حلمات المستقيم) فى يرقات فصيلة Chirnomidae وتمتص كاتينونات الصوديوم والبوتاسيوم بطريقة عادية ولكن بكميات وفيرة بالنسبة لتركيزاتها فى الهيموليمف . ويمتص البوتاسيوم بسرعة اعلى عشر مرات من امتصاص الصوديوم عند نفس التركيز فى المستقيم ويوضح ذلك النفاذية الاختيارية لجدار المستقيم.

٧- امتصاص الصبغات والمواد الملونة : Absorbation of dyes and pigments

هناك العديد من التجارب التى اجريت لمعرفة مدى قدرة الحشرات على امتصاص الصبغات والمواد الملونة ففى حشرة النحل عندما عوملت بصبغات Try-pon blue, congored and Aniline blue فان هذة الصبغات نفذت خلال النسيج الطلائى المبطن للقناه الهضمية Pretrophic membrane ولكنها لاتمتص عن طريق خلايا القناه الهضمية الوسطى ، ولو ان هذة الصبغات قد امتصت فى القناه الهضمية الواسطى لبعض انواع اخرى من الحشرات. وهناك مناطق واجزاء معينة فى القناه الهضمية الواسطى يتم فيها امتصاص الصبغات Dyes فعلى سبيل المثال فى يرقات الذبابه الزرقاء وجد ان صبغات Trypan blue and Lithium cormine تمتص فى الاجزاء الامامية من القناه الهضمية ولكنها لاتمتصعن طريق الزوائد المعدية. كذلك وجد ان صبغتى Nature red and Methylene blueقد امتصت فى مناطق متخصصة فى القناه الهضمية الواسطى لحشرة الدروسوفيلا.

٨- امتصاص السموم : Poisons

لا يوجد كثير من المعلومات المفيدة عن امتصاص السموم المعدية ولكن هناك اتفاق على ان هذة السموم لا تحدث اى تاثير قبل وصولها الى القناه الهضمية الواسطى وعلى سبيل المثال فان معدة نحل العسل تكون منفذة لارسينات الصوديوم كما ان مادة الفورمالين ٢٠% لها القدرة على النفاذ خلال جسم حشرات البعوض البالغ ويحدث الموت عند انتقال المحلول ومروره داخل القناه الهضمية. وعند ابتلاع الحشرات للارسينات Arsenate فانها تمتص بواسطة الخلايا الطلائية للقناه الهضمية الوسطى وتنتقل ببطء الى مكان اخر، وقد اكدت الملاحظات ان جرعات الارسينات السامة تسبب تحللا لخلايا القناه الهضمية الواسطى. ونجد ان ديدان الحرير تموت سريعاً بعد تناولها كميات بسيطة من الروتينون Rotenon وعلى العكس من ذلك فان يرقات Spodoptera يمكنها ان تبتلع كميات كبيرة وذلك اثناء تغذيتها اوراق بها هذة المادة ولا يظهر عليها اى اعراض او تاثيرات مرضية، ومعظم كميات الروتينون التى تبتلعها اليرقات تكون مختلطة مع مواد الاخراج ودون ان يطرا عليها اى تغييرات.

٤- دور القناة الهضمية فى الإخراج

Role of the gut in excretion

بالإضافة إلى ما سبق من وظائف القناة الهضمية فى الهضم والتمثيل الغذائى والامتصاص فإن القناة الهضمية تقوم أيضاً بالتحكم فى عملية الإخراج ونواتج الإخراج للمواد الغذائية غير المهضومة. ولقد وجد بالأدلة العملية أن القناة الهضمية يمكنها القيام بدور فعال ونشط فى عملية الإخراج فى بعض الحشرات مثل الحشرات القافزة بالذنب Collembola وحشرات المن Aphids حيث تغيب فيها أنابيب مليجى وفى حشرات القافزة بالذنب فإن خلايا الغشاء الطلائى المبطن للمعى الأوسط تقوم بوظيفة إخراجية وتنسلخ علىفترات ويتم التخلص منها مع المواد البرازية وذلك نظراً لما يكون مترسب بها من حبيبات حمض اليوريك. وحتى فى الحشرات التى لها جهاز إخراجى متمثل فى وجود أنابيب ملبيجى مثل حشرة Corioxenos فإن عملية الإخراج تقوم بها الخلايا المساه Binucleat cells وهى منتشرة بدون نظام على الجدار الظهرى لمؤخرة القناة الهضمية الوسطى.

وقد تم معرفة الإخراج النشط Active Excretion بواسطة القناة الهضمية وذلك عن طريق التصريف السريع وإطلاق الصبغات والحديد والأملاح التى تحقن فى التجويف الدموى Haemocoel ويتم تصريف هذه المواد من داخل Lumen بواسطة الخلايا الطلائية وفى حشرات جنس Macbilis تقوم الزوائد المعدية للقناة الهضمية بالتخلص من ١٥ نوع من أنواع الصبغات التى حقنت بها وعددها ٦٥ نوع داخل الفراغ الدموى وهذا مما يظهر القدرة على الإخراج وبعض هذه الصبغات المحقونة لم يتم إخراجها على الفور بل أعيدت على فترات على سيتوبلازم الخلايا.

والقناة الهضمية الوسطى تساعد أيضاً فى التخلص وإخراج حمض اليوريك كما فى يرقات حشرات عشائية الأجنحة، وفى يرقات Sphegidae فإن خلايا القناة الهضمية الوسطى تحتوى على حمض اليوريك حيث يتم التخلص منه بواسطة هذه الخلايا التى تكون ذات وظيفة إخراجية.

وتلعب القناة الهضمية الوسطى دوراً حيوياً فى التحكم فى نواتج وتحلل وتكسر وإخراج الهيموجلوبين، وعلى سبيل المثال بعد تناول حشرات Rabodniss وجبه من الدم Blood Meal فإنه يتم امتصاص الهيموجلوبين عن طريق الخلايا الطلائية للقناة الهضمية الوسطى حيث يتحلل إلى حديد حر وبلفيردين ومواد ملونة أخرى Ereeirron, Bilverdin & other Pigtments والمواد الملونة تتواجد على هيئات حبيبات كروية Sphenical Granules أو قطرات دقيقة فى الأجزاء الأمامية للخلايا ويتم تصريفها من خلال الحافة المخططة داخل Lumen ومن الممكن أن تتجمع فى كميات وافرة تستحق الاعتبار.

وفى يرقات الدروسوفيلا فإن الحديد الموجود فى المواد الغذائية يتجمع أولاً بواسطة خلايا القناة الوسطى فى صورة حبيبات صغيرة حرة فى السيتوبلازم الخاص بتلك الخلايا وبعد ذلك تنتقل وتفرز خلال Lumen كما وأن الصبغات وطريقة تصريفها تتبع نفس المجرى وهذه الصبغات هى Trypan blue & Lithium Carmune وفى القناة الهضمية الوسطى لحشرات النحل البالغة يتواجد عدد صغير من الحبيبات التى تحوى كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate والفوسفات والتى كان أول ظهورها فى طور العذراء، وليس هناك أى دليل محدد من كيفية وجود هذه المواد الإخراجية فى الطبيعة وربما تقوم بدور معين فى عملية التمثيل الغذائي. وهذه الحبيبات تقل عند إصابة النحل بمرض النوزيما Nosema. كما وأن الحبيبات التى تحتوى على الكالسيوم تتواجد فى الخلايا الموجودة فى مؤخرة القناة الهضمية الوسطى فى حشرات غشائية الأجنحة وفى حشرات فصيلة Cercopidae وأن هذه الحبيبات يتم إخراجها أثناء الانسلاخ والتحول إلى الطور البالغ وبعد ذلك تتجمع مرة أخرى ببطء شديد.

ثانياً : الجهاز الدورى The Circulatory system

للحشرات أجهزة دورية تغاير تلك التى نعرفها فى الحيوانات الفقارية، فلئن كان للفقاريات أجهزة دورية مغلقة Closed system فإن للحشرات جهازاً دورياً مفتوحاً Opened system يتكون من وعاء دموى ظهرى، ذى فتحة أمامية يصب من خلالها السائل الدموى Haemolymph حيث يغمر أنسجة الجسم وأجهزته الداخلية على أن يعاد سحبه بواسطة الجزء الخلفى من الوعاء الدموى الظهرى وهكذا تتم الدورة الدموية ويتكون الجهاز الدموى فى الحشرة شكل (٤٦-أ) مما يلى :

أ- الوعاء الدموى الظهرى Dorsal blood vessel.

ب- التجويف الدموى Haemocoele.

جـ- الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsating organs.

د- الدم Blood or Hemolymph.

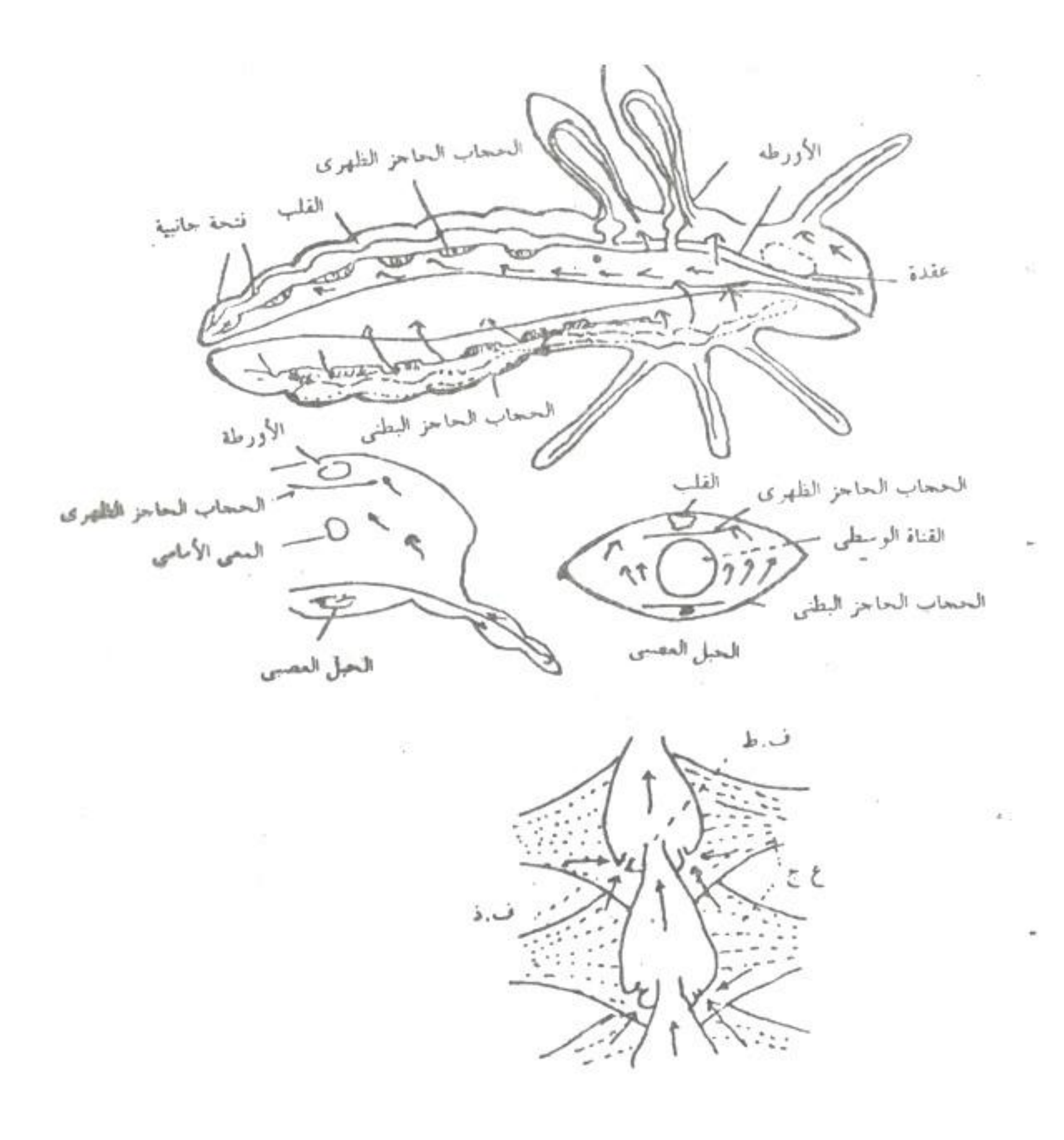
وإليك تفصيل لهذا الإجمال :

أ- الوعاء الدموى الظهرى Dorsal blood vessel.

يستقر أسفل الصفائح الظهرية Terga وعلى امتداد خطها الوسطى وعاء دموى أنبوبى يطلق عليه الوعاء الدموى الظهرى، يرتبط هذا الوعاء بتلك الصفائح عن طريق نسيج ضام يطلق عليه المعلق Suspensoria ومن الملاحظ أن مقدم هذا الوعاء لا يرتبط بتلك الصفائح بل يمر أسفل المخ ليرتبط بدرجة أوثق بمقدم القناة الهضمية وهو ما يعرف بالمرئ Oesophagous ويتركب هذا الوعاء تشريحياً من طبقة خلوية بسيطة ويوجد هذا الوعاء أيضاً في منطقةمن فراغ الجسم يطلق عليها الجيب القلبى Pericardial sinus يحده من أسفل الحاجز الظهرى Dorsal Diaphragm ويحده من أعلى صفائح الجسم الظهرية Notaor terga ويتكون هذا الوعاء من :

أ) القلب Heart :

هو الجزء الخلفى النابض من الوعاء الدموى الظهرى شكل (٤٦) الذى ينقسم إلى مجموعة من الحجرات القلبية Cardiac Chambers ويمكن تمييزها عن بعضها بواسطة اختناقات Constructions بينية واضحة، ويوجد على جانبى هذه الاختناقات أزواج من الفتحات بشفاة تعمل عمل الصمامات Valves حيث تسمح للدم بالدخول من فراغ الجسم وتمنعه فى نفس الوقت من العودة ثانية.



شكل (٤٦) يوضح الجهاز الدوري في بعض الحشرات

ومن جهة أخرى فإنه يوجد صمامان بطنيان بين كل حجرتين قلبيتين يسمحان للدم بولوج الحجرات الأمامية بحيث يأخذ فى اتجاهه إلى مقدم القلب مع عدم السماح له بالعودة إلى الخلف. ويحرس الفتحات القلبية الجانبية أزواج من العضلات الجناحية Form muscles.

ومن نافلة القول، أن أعداد الحجرات القلبية يختلف باختلاف أنواع الحشرات فقد تكون أثنتى عشرة غرفة كما فى الصراصير وأفراس النبى وقد يقل عددها عن ذلك بحيث تصبح خمس حجرات كما فى الحشرات غشائية الأجنحة وقد تكون ثلاثاً كما فى الذباب من جنس Musca فى

حين نراها أقل من ذلك بكثير إذ لا يوجد منها إلا حجرة واحدة فقط كما فى بعض أنواع البق الدقيقى. وغالباً ما يشغل القلب بحجراته المنطقة البطنية فقط، ولكنه فى أحيان أخرى قد يمتد ليشمل المنطقة الصدرية كما فى حشرات الصراصير.

٢- الأبهر أو الأورطى الظهرى Dorsal aorta

وهو الجزء الأمامى من الوعاء الدموى الظهرى، والذى يعتبر امتداد للقلب إلى الأمام، وهو أنبوبة بسيطة ليس فيها فتحات جانبية كما هو الحال فى القلب – اللهم إلا فى حشرات كل من رتبة اليعاسيب (الرعاشات)، ومستقيمة الأجنحة وغمدية الأجنحة، وحرشفية الأجنحة حيث يوجد بهذه الأنبوبة فتحات ظهرية – لا جانبية – تؤدى إلى الأعضاء النابضة الإضافية التى توجد عند قواعد الأجنحة حيث تساعد على ضخ الدم فيها. ويفصل الأورطى عن القلب صمام أورطى Aorta valce يسمح للدم الوارد من القلب بالمرور خلال الأورطى ويمنع عكس ذلك – ويفتح الأورطى فى منطقة الرأس (أسفل المخ وأعلى منطقة المرئ) بفتحة قمعية الشكل أو قد يتفرع إلى فرعين أو أكثر.

ب- الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsating organs

هناك أعضاء نابضة أخرى، بالإضافة إلى الوعاء الدموى الظهرى وإن كانت فى حقيقة الأمر لا تنفصم عنه وإنما تأخذ منه وتصب فيه، وتوجد تلك الأعضاء فى المنطقة الصدرية عند قواعد الأجنحة أو عند حرقفات الأرجل الصدرية أو قد تكون فى الرأس عند قاعدة كل من قرنى الاستشعار. والغرض منها إنما هو توجيه سير الدورة الدموية خلال تلك الزوائد. وليست تلك التراكيب سوى أكياس توجد أسفل الصفائح الظهرية ويصلها بالأورطى وعاء أنبوبى بسيط.

جـ- التجويف الدموى Haemocoele

هو التجويف الذى يسبح الدم بحيث يغمر أنسجة الجسم وأجهزته الداخلية. ويقسم الحاجزان الليفيان العضليان Diaphragms هذا التجويف إلى ثلاثة جيوب Sinuses.

١- الحاجز الظهرى Dorsal diaphragm

سبق لنا أن ذكرنا أن الفتحات القلبية الجانبية تحرسها عضلات جناحية وتتخللها قصيبات هوائية ويضاف إليها مجموعة من الأنسجة الضامة التى تكون على شكل حاجز أو غشاء يقع أسفل الوعاء الدموى الظهرى وأعلى القناة الهضمية وهو غشاء محدب يرتبط جانباه بكل من جانبى الصفائح الظهرية لحلقات الجسم، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الحاجز ليس تام الارتباط بجوانب

الصفائح الظهرية، وإنما توجد مناطق تخلو من هذا الغشاء، ولعل السر فى ذلك أنه لابد من وجود فتحات فى الجيب القلبى ليصل الدم إلى الجيبين القلبين الآخرين.

٢- الحاجز البطنى Ventral diappgram

غطاء عضلى ليفى مستعرض يقع أعلى الحبل العصبى وأسفل القناة الهضمية ويوجد فى المنطقة البطنية من الجسم فقط، وهو حاجز مقعر يتصل حانباه بكل من جانبى الصفائح البطنية Sterna فى نقطة واحدة من كل جانب على الأقل فى معظم الحشرات، أما فى حشرات حرشفية الأجنحة فيوجد أكثر من منطقة اتصال بين الحاجز البطنى والصفيحة البطنية لكل حلقة. ويقتصر وجود هذا الغشاء على المنطقة البطنية فقط فى معظم رتب الحشرات، باستثناء الحشرات المستقيمة الأجنحة حيث يمتد أيضاً إلى منطقة الصدر، كما أنه لا يمتد إلى الخلف أسفل النهاية الخلفية للحبل العصبى. ويختلف تركيب الحاجز البطنى من منطقة لأخرى فقد يكون غشائياً رقيقاً فى منطقة صدر النطاطات بينما يخلو من العضلات فى المنطقة البطنية وقد يختلف باختلاف العمر أيضاً ويوجد كل من الحاجز الظهرى والحاجز البطنى فى كل من اليرقانات والحشرات اليافعة لرتب شبكية الأجنحة Neuroptera وغشائية الأجنحة Hymenoptera ومستقيمة الأجنحة Orthoptera ورتبة اليعاسيب (الرعاشات) Odonata بينما لا يوجدان إلا فى الحشرات اليافعة فقط لرتبة ذات الجناحين Diptera أما فيما عدا ذلك من الحشرات فيغيب الحاجز البطنى أو قد يتحول إلى نسيج ضام يحيط بالحبل العصبى كما فى حشرات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera ويقسم هذان الحاجزان فراغ الجسم إلى الجيوب التالية :

١- الجيب الظهرى أو القلبى Dorsal or pericadial Sinus :

ويطلق هذا الإسم على المنطقة الظهرية من تجويف الجسم والتى يحدها من أسفل الحاجز الظهرى ويحدها من أعلى الصفائح الظهرية لحلقات الجسم، ويقع الوعاء الدموى الظهرى فى هذا الفراغ.

٢- الجيب الحشوى Vesceral sinus :

وهو عبارة عن جزء التجويف الدموى الذى يقع ما بين كل من الحاجزين السابقين والذى تقع القناة الهضمية بداخله.

٣- الجيب البطنى أو العصبى Ventral or perineural sinus

وهو الجيب الذى يحيط بالحبل العصبى ويقع أسفل الجيب الحشوى ويحده من أعلى الحاجز البطنى ومن أسفل الصفائح البطنية لحلقات الجسم.

د- السائل الدموى Blood or Haemolymph

يملأ السائل الدموى تجويف الجسم الداخلى، حيث يغمر مختلف الأعضاء مباشرة، ويتركب هـذا السـائل مـن البلازمـا السـائلة Fluid plasma التـى تحتـوى معلقـاً مـن الخلايـا الدمويـة Haemocytes وسنبين كلا من هذين المكونين فيما يلى :

١- البلازما Plasma :

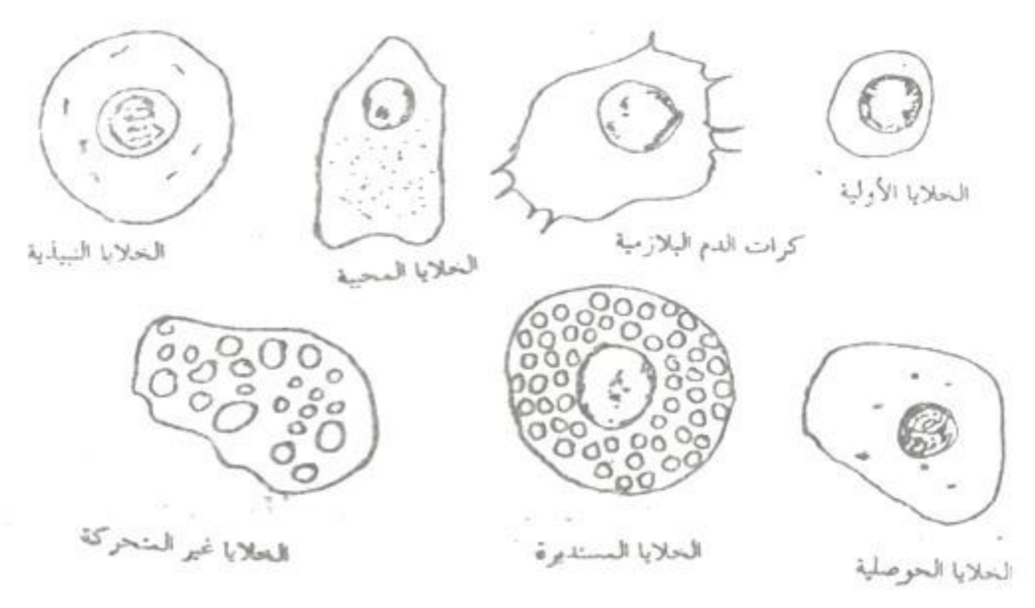
هى السائل الذى تسبح فيه الخلايا الدموية وتصل نسبة الماء فى البلازما ٩٠% وإن كان من المرجح أن هذه النسبة يطرأ عليها التغيير زيادة أو نقصاً، فمن المعلوم أن حجم الدم يرتفع بصورة واضحة وبخاصة قبيل عملية الانسلاخ، وقد يرجع سبب ذلك جزئياً إلى عدم فقد الماء من الأنسجة، أما بعد عملية الانسلاخ فينخفض حجم الدم.

وتأثير السائل الدموى حامضى ضعيف فى معظم الحشرات، حيث يصل أسه الايدروجينى إلى (٦-٧) وقد يكون تأثيره قلوياً(٧.٢-٧.٧) كما فى حشرات الهاموش من جنس Chironomus علـى أن هذا الارتفـاع الطفيف فـى الأس الأيـدروجينى إنمـا يحدث أثنـاء عمليـة الانسـلاخ ويصل الضغط الاسموزى للسائل الدموى ٧-٨ ضغط جوى على أنه قد يرتفع فـى بعض الحـالات إلـى ١٢ ضغط جوى، ويعمل الضغط الاسموزى على حركة الماء بين الدم والأنسجة.

وتحتـوى بلازمـا الـدم علـى الأمـلاح المعدنيـة مثـل أمـلاح الصـوديوم والكلوريـدات، وكـذلك تحتـوى علـى المـواد العضـوية مثـل الأحمـاض الأمينيـة وكـذلك البـروتين والسـكريات ويتلـون دم الحشرة عادة باللون العنبرى الفاتح أو قد يكون ضارباً إلى الخضـرة أو الزرقـة نظـراً لوجود مـادى الهيموسـيانين التـى يـدخل فـى تركيبهـا النحـاس بـدلاً مـن الحديـد، أمـا فـى بعض الحـالات كمـا فـى الهاموش فيتلون السائل الدموى بلون أحمر وعلى أي حال فإن لـون الـدم قد يرجـع إلـى وجـود مـواد صـبغية مـن نـواتج الغذاء وتلعب بلازمـا الـدم دوراً هامـاً فـى نقل نـواتج تمثيـل المـواد الغذائيـة إلـى مختلف أجزاء الجسم، بالإضـافة إلـى وظيفتهـا فـى تخـزين بعض المـواد المهضـومة مثـل البـروتين والسكر، هذا بالإضافة إلى الدور المحدد الذى تقوم به فى عملية التنفس.

٢- خلايا الدم Haemocytes

تسبح فى بلازما الدم عدة أنواع من الخلايا الدموية، التى تختلف شكلاً ووظيفة. شكل (٤٧) على أننا لا نتوقع أن نجد فى هذه الأنواع خلايا تناظر الكرات الدموية الحمراء. علماً بأنه ليس هناك تصنيف محدد أو قاطع يحصر أنواع تلك الخلايا، لأن الخلايا الدموية هذه تختلف اختلافاً شاسعاً تحت مختلف الظروف، وايضاً لاختلاف طرق الفحص المتبعة. وعلى أى حال فإن العالم Jones سنة ١٩٦٢، ١٩٦٤ قد صنف الأنواع الرئيسية للخلايا الدموية إلى أربعة أنواع رئيسية فى الحشرات التى تمت دراستها.



شكل (٤٧) رسم توضيحى يبين الأنواع المختلفة من خلايا الدم

وهذه الأنواع الأربعة هى :

١- الخلايا الدموية الأولية (الصغيرة) Prohaemocytes

ونحن نميل إلى استخدام هذا الاصطلاح بدلاً من Proleucocytes الذى يعنى الكرات الدموية البيضاء الأولية. وهى خلايا دموية صغيرة الأحجام مستديرة الحواف ذوات أنوية كبيرة نسبياً وحشوات Cytoplasms قاعدية صغيرة. وتنقسم تلك الخلايا على فترات لتعطى أنواعاً أخرى من الخلايا.

٢- الخلايا الدموية المهاجمة Plasmicytes

وهى الخلايا التى يحتوى السائل الدموى منها على النصيب الأوفر، وليس لهذه الخلايا شكل محدد فقد تأخذ الشكل المستطيل أو القرصى أو الأميبى، وإنما سميت بذلك لقدرتها على احتواء

الأجسام الغريبة والقضاء عليها، فضلاً عن الدور الذى تلعبه أثناء مراحل تبدل الحشرات ومساعدتها فى التآم الجروح وهذه الخلايا ذات طبيعة قاعدية.

٣- الخلايا الدموية المحببة Granular haemocytes

نوع آخر من الخلايا الدموية المهاجمة والتى تمتاز باحتواء حشواتها على أعداد وفيرة من الحبيبات ذات الطبيعة الحامضية والتى يرجع لها الفضل فى موازنة درجة تأين الأيدروجين (نسبة الحموضة) فى السائل الدموى، (ومن المعلوم أن هذه النسبة تكون متعادلة إذا أخذت القيمة ٧ وإذا قلت عن هذه القيمة يكون الوسط حامضياً وإذا زادت يكون قلوياً).

٤- الخلايا الدموية الحويصلية :

وقد يطلق عليها الخلايا المتخثرة (المتجلطة) Coagulocytes وتظهر تلك الخلايا عند فحصها بأحجام كبيرة نوعاً تتوسطها أنوية صغيرة مميزة شاحبة Pale أما الحشوة فتأخذ اللون الزجاجى Hyaline وتحتوى علي حبيبات متفرقة ذات ألوان داكنة، وهذا ما يميزها عن الخلايا الدموية الأخرى التى تكون أنويتها كبيرة وشاحبة وحشواتها غامقة، وتعتبر الخلايا الدموية الحويصلية نوعاً خاصاً من الخلايا المحببة.

١- الخلايا شبيهات الخلايا الخمرية Oenocytoids :

وتوجد فى كل من حشرات عمدية الأجنحة، حرشفية الأجنحة، وبعض حشرات ذات الجناحين. وتمتاز هذه الخلايا بكبر أحجامها واستداراتها وبكثافتها، كما أنها ذات طبيعة قاعدية، وتحتوى حشواتها على قنيات Canaliculi بالإضافة إلى وجود حبيبات أو تجمعات بلورية، وترتبط هذه الخلايا بجدار الجسم حيث توجد فى مجاميع قريباً من البشرة الداخلية، علي أنها تقوم بامتصاص بعض المواد من البشرة الداخلية ثم تفرزها ليتكون منها مكونات تدخل فى الجليد، ولا بدع إذا أن ترى هذه الخلايا وقد تضخمت إبان الانسلاخ حيث تمتلئ بالبروتين الدهى Lipoprotein الذى يدخل فى تركيب الجليد. وفضلاً عما يقال من أن هذه الخلايا تفرز هرمونات جنسية فى حشرات الهموش اليافعة، فإنه يقال أيضاً أنها تفرز أنزيمات تلعب دوراً فى أكسدة الغذاء المخزن فى الجسم الدهنى للحشرات.

٢- الخلايا الدموية الكروية أو البيضاء Sphencl or oval cells

وتوجد فى حشرات كل من رتبتى الحشرات (حرشفية الأجنحة و ذات الجناحين) وتأخذ الشكل المستدير Rounded أو البيضى Oval وتحتوى على حبيبات حامضية تملأ حشوتها.

٣- الخلايا الكلوية Nephrocytes

وهى خلايا تحتوى الواحد منها على نواتين، وتنتشر داخل التجويف الظهرى وعلى جانبى القلب وقد يطلق عليها الخلايا الحولية قلبية Pericardial cells وتمتاز بقدرتها الإخراجية حيث تمتص المواد الأزوتية التالفة وتخزنها فى حشوتها على أن تتخلص الحشرة منها أثناء عملية الانسلاخ.

٤- الخلايا الدموية الدهنية Adipohaemocytes

وتوجد فى حشرات كل من رتبتى الحشرات (حرشفة الأجنحة وذات الجناحية)، وهى خلايا متضخمة تمتاز بوجود قطرات من الدهن بالإضافة إلى مواد أخرى داخل السيتوبلازم، وتوجد فى دماء الحشرات المتطفل عليها داخلياً، حيث تنشأ من بعض خلايا الغشاء الجنينى للطفيل الداخلى أثناء مرحلة نموه الجنينى وتتساقط فى بلازما العائل وتسبح بحرية وتمتص المواد الغذائية وحبيبات الدهن وتقوم يرقانات الطفيل بالتغذى بها فهى لهذا تعتبره بمثابة مصايد تجميع للطفيل قوته بدلاً من سعيه الدائب وبحثه عنه.

أهم وظائف خلايا الدم Functions of haemocytes :

تقوم الخلايا الدموية بعدة وظائف نذكر منها على سبيل الأمثلة لا الحصر ما يلى :

١- الابتلاع Phagoytosis

يعتبر ابتلاع الخلايا الدموية لحبيبات الأجسام الغريبة والكائنات الدقيقة بالإضافة إلى نواتج تحلل الأنسجة هو الوظيفة المشتركة لجميع تلك الخلايا الدموية، وتعتبر الخلايا الدموية المهاجمة Plasmocytes أهم تلك الأنواع فى هذا الصدد. وترتبط زيادة أعداد الخلايا المبتلعة التى تظهر أثناء فترات التبدل Metamorphosis بتحلل الأنسجة والتخلص منها. وقد تهضم المواد المبتلعة داخل تلك الخلايا وقد تغلف الخلايا التى بداخلها أجسام غريبة بمجموعة أخرى من الخلايا المبتلعة أو المهاجمة. وفى بعض الحشرات مثل صراصير الغيط قد تتجمع تلك الخلايا لتكون عضواً خاصاً يطلق عليه عضوا الابتلاع Phagocytic organ يفتح فى القلب.

٢- التغليف Enecapsulation :

وتلك وظيفة أخرى تقوم بها الخلايا الدموية عندما يكون الطفيل الداخلى أكبر حجماً من تلك الخلايا فإن مجموعة من تلك الخلايا تحاصر الطفيل بحيث تكون حوله جداراً من الخلايا المتراصة وتمنع عنه وصول الأكسجين فيموت خنقاً، وقد تتمكن بعض الطفيليات الداخلية، مثل حشرات

غشائية الأجنحة من مقاومة تلك الكبسولات أو الأغلفة التى تحاصرها عن طريق اتصال أقماعها التنفسية بالجهاز التنفسى القصبى للعائل حيث تأخذ احتاجاتها من الأكسجين فتبطل بذلك دور التغليف.

٣- الإفراز والتمثيل Secretion and metabolism :

وقد تلعب الخلايا الدموية دوراً هاماً فى تكوين الأنسجة الضامة وقد أثبت Wigglesworth (١٩٥٦) أن الخلايا الدموية هامة جداً فى تكوين الغشاء القاعدى لجدار جسم بقة *Rhodnius* وعند تكوين الطبقة الخلوية أثناء الانسلاخ فإن الخلايا الدموية تنتشر أسفل طبقة البشرة الداخلية. وترتبط بعض تلك الخلايا ارتباطاً وثيقاً بتكوين الجسم الدهنى وأيضاً بعملية التمثيل الغذائى الوسطى Intermediate metabolism وهذه الظاهرة حقيقة واقعة تقوم بها الخلايا الكروية أو البيضية التى سبقت الإشارة إليها وبخاصة فى تحول حشرة *Sarcophaga* من الطور اليرقانى إلى الطور العذرى، حيث تزداد أعداد تلك الكرات قبيل التعذير وتحتوى على أنزيم Tyrosinase الذى يلعب دوراً هاماً فى تصلب واغمقاق الجليد اليرقانى وتحوله إلى الجليد العذرى Puparium هذا بالإضافة إلى توصيل نواتج التمثيل الغذائى إلى مناطق الجسم المختلفة.

٤- التجلط والتآم الجروح Wound healing & Co-agulation :

عندما يعطب جزء من سطح الجسم فسرعان ما تندفع أنواع من الخلايا الدموية مثل Phagocytes و Plasmocytes نحو هذا المكان لتكون عضواً شبكياً لا يلبث أن تملأه المصورة (البلازما) حتى إنه ليكتفى لسد هذا الجرح ريثما تعيد البشرة الداخلية بناءها الجديد.

الدورة الدمويه Circulation :

١- حركة الانبساط Diastole : عندما يمتلئ الجيب الدموى الظهرى بالدم فليس هناك بد من أن تفتح الصمامات الأذنية والبطينية لمختلف حجرات القلب فيندفع الدم إلى تلك الحجرات نظراً لاختلاف الضغط داخلها وخارجها.

٢- حركة الانقباض Systole : وتبدأ فى هذه الحالة عملية ضخ الدم من حجرات القلب إلى الأورطى. مبتدئة من الخلف إلى الأمام، حيث تغلق الحجرة القلبية الخلفية صماميها الأذينين (اللذان يفتحان جانبيا فى فراغ الجسم) وتنقبض بواسطة أنسجتها ويساعدها فى ذلك العضلات الجناحية الجانبية التى تحرسها فيندفع الدم إلى الحجرة التى تتقدمها عن طريق الصمامين البطنيين (اللذات يحرسان الفتحة التى بين الحجرة القلبية الخلفية والحجرة التى تقع أمامها).

٣- ولكى يمر الدم إلى الحجرة القلبية الثالثة فلابد وأن تنقبض الحجرة الثانية ويتم إغلاق فتحتيها الأذينيتين وفتحتها البطنية الخلفية ويندفع إلى الأمام من الفتحة البطنية الأمامية لتلك الحجرة، وهكذا يظل الدم ينتقل من حجرة إلى أخرى حتى يصل إلى الأورطى أو الأبهر الظهرى.

٤- ينساب الدم من الأورطى فى فراغ الجسم وعند مقدم الرأس ليملأ جيوب الجسم وتجاويفه المختلفة متحركاً بحركات الأغشية والأجهزة الداخلية، وتقوم العضلات الجناحية بدور هام فى هذا الصدد وكذلك من الحجابين الحاجزين العلوى والبطنى. وتتأثر ضربات القلب بالعديد من العوامل: مثل العوامل البيئية المحيطة كالحرارة والرطوبة وكذلك تتأثر بعمر الحشرة ونوعها.

ثالثاً : الإخراج وأعضاء الإخراج

Excretion & Excretory organs

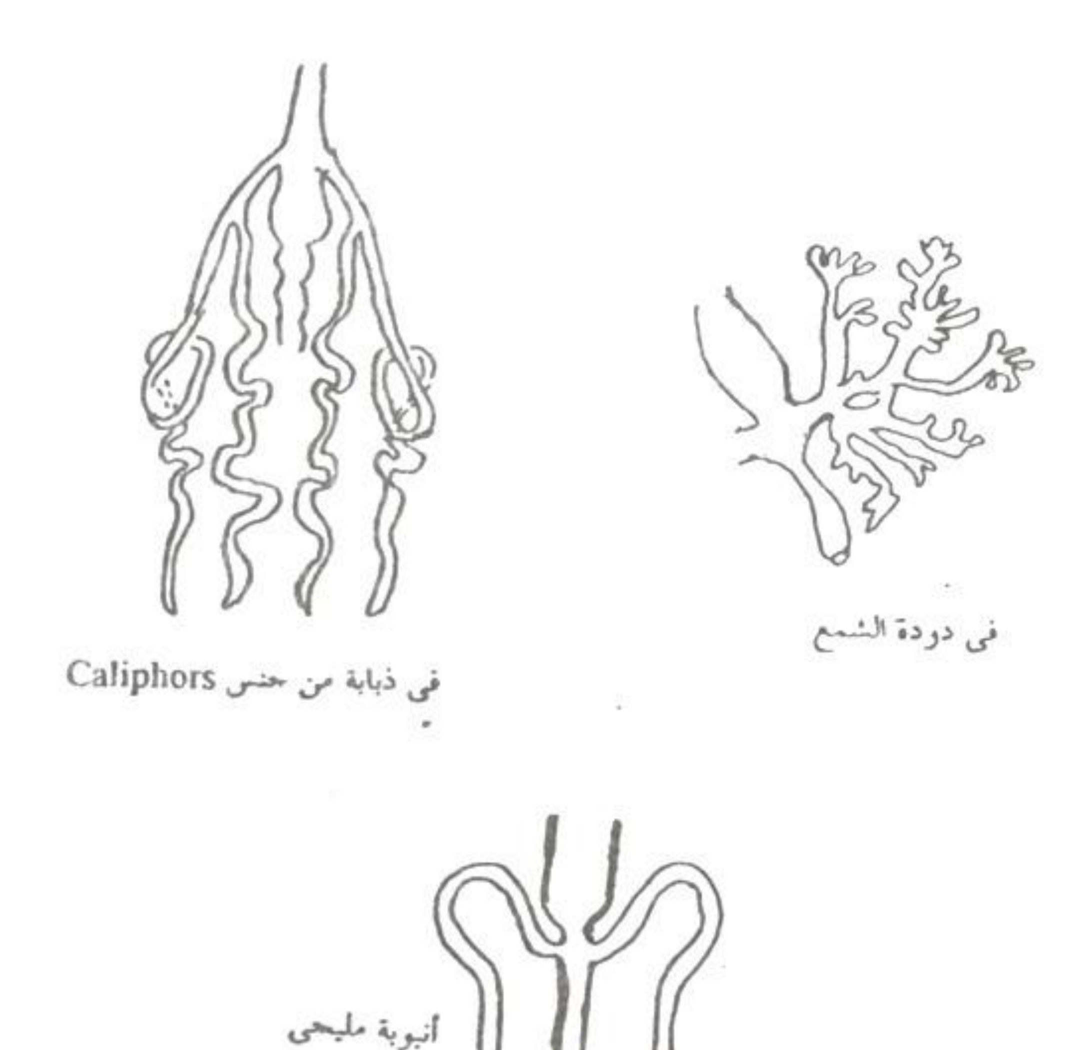
يلعب الجهاز الإخراجى دوراً هاماً بالنسبة للحشرة ككائن حى، حيث تقوم بنبذ النفايات السامة مثل حمض البوليك Uric acid وغيره من المخلفات النيتروجينية الضارة والتى تنتج عن تمثيل المواد البروتينية، ويقوم أيضاً بالعمل على ثبات كل من مستوى الأملاح والماء والضغط الاسموزى Osmotic pressure للسائل الدموى. ولكى تتم هذه العملية الإحيائية الهامة بنجاح فلابد من توازن العوامل الداخلية للخلية مع العوامل المحيطة بالحشرة ككل.

ويتم الإخراج فى الحشرات عن طريق الأعضاء التالية :

١- أنيبيبات ملبيجى Malpighian tubules

هى مجموعة من زوائد القناة الهضمية تقع عند بداية المسلك الشرجى، وتنتسب إلى مكتشفها العالم الإيطالى Malipighi الذى تمكن من اكتشافها عام ١٩١٦ فى حشرة دودة الحرير *Bombyx mori* وهى أنيبيبات رقيقة الجدر. ليس لها شكل ثابت فقد تكون طويلة أو قصيرة، مفردة أو متعددة، ذات أطراف مرتبطة بجدار المستقيم أو سائبة بحيث تسبح فى السائل الدموى، هى ذات نهايات مغلقة. ففى حشرة Necrophorus وهى حشرة غمدية الجناحين تكون تلك الأنيبيبات طويلة ذات نهايات حرة تسبح فى السائل الدموى. وقد تفتح كل أنيبيبة بفتحة مستقلة فى القناة الهضمية أو تشترك كل مجموعة منها فى فتحة كيسية الشكل، أو يستطيل هذا الكيس ليأخذ شكل حالب أنبوبى Uretur يفتح فى فراغ المستقيم الداخلى شكل (٤٨).

ويتكون جدر الأنيبيبات من نسيج طلائى بسيط بسمك خلية واحدة تعتمد على غشاء قاعدى من الخارج يحيط به غمد من العضلات الطويلة والدائرية كما فى حشرات رتبة غمدية الأجنحة، أو يكون هذا الغلاف العضلى حلزونياً بسيطاً كما فى حشرات مستقيمة الأجنحة كما قد يخلو جدار الأنيبيبة من العضلات اللهم إلا فى جزء طرفى منها كما فى حشرات كل من رتبتى الحشرات ذات الجناحين وحرشفية الأجنحة. وتفيد تلك العضلات فى تحريك الأنيبيات خلال السائل الدموى كى يتثنى لها ملامسة أكبر قدر منه وبالتالى يتم التخلص من المواد الضارة. وفى ذات الوقت فإن هذه الحركة تعمل على دفع السائل وتحريكه داخل فراغ الأنيبيبة. وتوجد فى فراغ الأنيبيبة زوائد هدبية وبخاصة فى جزئها القاعدى، وهى عبارة عن نموات بروتوبلازمية لخلايا جدر هذه الأنيبيبة.



شكل (٤٨) أنابيب مليجى

ومن جهة أخرى فهناك اختلاف شاسع بين مختلف أنواع الحشرات من حيث احتوائها على تلك الأنيبيات. فقد تغيب فى بعض الحشرات مثل *Collembola* والمن Aphids وإذا وجدت فإنها تأخذ صوراً مختلفة، فقد تكون عبارة عن زوائد تشبه الحلمات Papillae كما فى الذباب من جنس *Callophora* أو قد تظهر فى شكل أنيبيبى بسيط كما فى معظم الحشرات، وكما تختلف فى أشكالها فإنها تختلف فى أعدادها فقد تكون زوجاً واحداً كما فى الحشرات القشرية والبق الدقيقى Coccidae وقد تصل ٢٥٠ كما فى الجراد من جنس *Schistocerca* كما قد تزداد أعدادها بتقدم

مراحل العمل حيث يقابل تلك الزيادة العددية اتساع السطح المعرض للإخراج، وإذا كان الغالب فى نهايتها أن ترى حرة فى فراغ الجسم فقد شوهدت تلك النهايات مرتبطة بجدار المستقيم فى نظام يعرف بنظام الكليات المرتبطة Cryptonephredial arrangements.

وتطرأ على تلك الأنيبيبات أثناء تبدل الحشرات تغيرات تختلف باختلاف تلك الحشرات، فقد يكون ذلك التغير طفيفاً كما فى الذباب، وقد تكون بصورة واضحة فيتكسر الجزء المقيد بجدار المستقيم فى حشرات حرشفية الأجنحة وتلتهمه الخلايا البلعمية بينما يستطيل الجزء الباقى ويعيد الارتباط مرة ثانية بعد عملية الانسلاخ.أما فى الحشرات الغشائية الأجنحة فتهضم تلك الأنيبيبات أثناء تحلل الأنسجة على أن تتكون من جديد فى الحشرات اليافعة.

وقد لا يبدأ تكون تلك الأنيبيبات إلا فى طور العذراء كما فى حشرات فصيلة Chalcidae.

وظائف أنيبيبات ملبيجى Functions of malpighian tubules :

١- يتم استخلاص حمض البوليك من السائل الدموى لجسم الحشرة عن طريق اتحاد هذا الحمض بأملاح الصوديوم أو البوتاسيوم القاعدية حيث تتكون يورات الصوديوم أو البوتاسيومن التى تمتصها أنيبيبات ملبيجى.

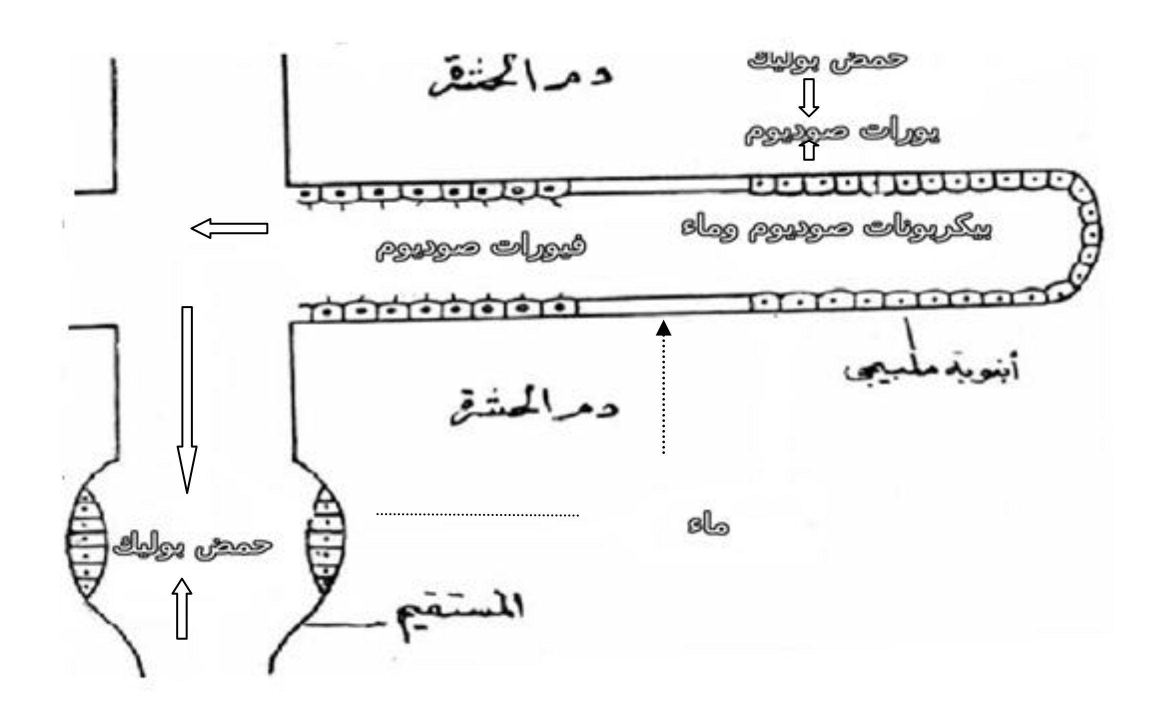
تتحول يورات الصوديوم أو البوتاسيوم داخل فراغ الأنيبيبة إلى حمض بوليك وماء والملح القاعدى. حيث يندفع حمض البوليك فى صورته أو فى صورة يوريا على الخارج عن طريق فتحة الشرج أما الماء فيمتص بواسطة حلمات المستقيم أو الأنيبيبات وقد ذابت فيه الأملاح القاعدية وتحولت إلى بيكربونات، حيث تعاد إلى الدم مرة ثانية لتعاد وقد تحملت بشحنة أخرى من حمض البوليك وهكذا شكل (٤٩).

٢- تتحور تلك الأنيبيبات لتقوم بوظائف أخرى غير الانسلاخ فتمسك أطرافها فى يرقانات أسد المن *Chrysopa* Sp. وتتفرغ أنوية خلاياها عقب وصولها العمر اليرقانى الثانى. كما تقوم تلك المناطق أيضاً بإفراز مادة حريرية تستخدم فى صنع خدر (شرنقة) العذراء. وقبل ذلك تقوم تلك الأنيبيبات بانتاج مادة بروتينية تعمل على تدعيمها أثناء الحركة مع اعتبار هذه الأجزاء نهايات إخراجية فى نفس الوقت. أما حمض البوليك فيخزن اساساً فى الخلايا اليورية Urate cells التى توجد فى الجسم الدهنى Fat body أما أنيبيبات ملبيجى فتنتج مادة لاصقة لتغليف بيض خنافس فصيلة Chrysomellidae.

٣- تقوم تلك الأنيبيات بإفراز مادة لعابية تلزم لحياة يرقانات حشرات *Cercopids* التابعة لرتبة الحشرات المتشابهة الأجنحة عن طريق خلايا كبيرة فى الأجزاء القاعدية المتسعة لأنيبيبات ملبيجى.

٤- تقوم أنيبيات ملبيجى بإفراز مواد لزجة إبان عملية الانسلاخ تساعد على إتمام تلك العملية.

٥- قد تتضخم نهاياتها الطرفية لتكون أعضاء مضيئة Luminous organs كما فى يرقانات ذباب *Poltopila luminosa*.



شكل (٤٩) طريقة إخراج المواد الآزوتية التالفة بوساطة أنبوبة ملبيجى. يسترجع الماء إلى الحشرة عن طريق قاعدة (خط غير متقطع) أو عن طريق المستقيم (خط متقطع). تشير الأسهم إلى الدورة المائية التى يتم بواسطتها عملية الإخراج.

٢- الخلايا الكليية (النفريدية) Nephrocytes

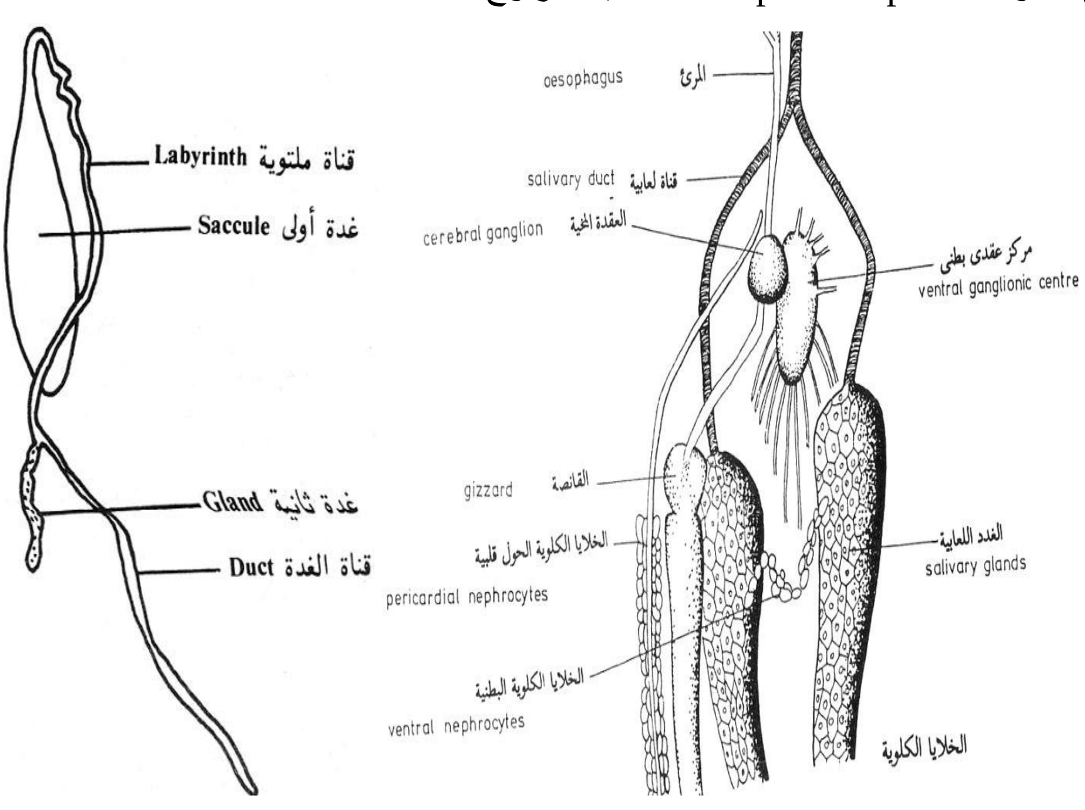
وقد يطلق على هذه الخلايا أيضاً خلايا حول القلبية، وهى أنواع من الخلايا التى توجد إما مفردة أو على هيئة مجاميع فى أجزاء مختلفة من فراغ جسم الحشرة، وإن كانت توجد فى العادة على سطح القلب بحيث تقع على الحاجز القلبى العلوى أو تقع على العضلات الجناحية. وفى حوريات الرعاش توجد تلك الخلايا مبعثرة فى الجسم الدهنى وأما فى حشرات قمل الجسم Pediculus. فتكون عبارة عن مجاميع على جانبى المرئ بالإضافة إلى وجود بعضها مبعثراً فى الجسم الدهنى. وأما فى يرقانات رتبة الحشرات الدائرية الانشقاق والتى تتبع الحشرات ذات الجناحين Diptera فتوجد تلك الخلايا على شكل عنقود أو سلسلة بين فرعى الغدة اللعابية شكل (٥٠-أ) ويطرأ على تكوين هذه الخلايا تقدماً تبعاً لمراحل نمو الجسم المختلفة. وتقوم هذه الخلايا بنقل وتحويل النفايات Wast materials إلى صورة أخرى يمكن التخلص منها بواسطة عملية الأيض العادية. ومن المعتقد أن هذه الخلايا ذات دور فعال فى تمثيل البروتين والبروتين الدهنى Lipoprotein هذا بالإضافة إلى الدور الفعال الذى تقوم به فى تنقية الدم من بعض المواد الغريبة كما أنها تعمل على تنظيم ضربات القلب Heart beats.

٣- الإخراج عن طريق القناة الهضمية Excretoty by the gut

يتم الإخراج فى بعض الحشرات عن طريق القناة الهضمية، فيوجد حمض البوليك Uric acid فى المعى الأوسط Mid-gut ليرقانات الحشرات الغشائية الأجنحة حيث يأخذ طريقه إلى خارج الجسم عبر المسلك الشرجى. وبالرغم من وجود هذه الحالة فى يرقانات كثير من الحشرات الحرشفية الأجنحة فقد يرجع ذلك إلى تشبع أنيبيبات ملبيجى باليوريا Urine أما فى الصرصور الأمريكى فقد لوحظ خلو أنيبيبات ملبيجى من حمض البوليك، بينما وجدت حبيبات هذا الحمض فى جدار الجزء الخلفى من المسلك الشرجى بالإضافة إلى وجودها فى محتويات هذا الجزء، الأمر الذى يدعونا إلى القول بأن القناة الهضمية تلعب دوراً هاماً فى الإخراج.

٤- أعضاء الإخراج الأخرى Other excretiry organs

قد يتم إخراج حمض اليوريك Uric acid (شكل ٥٠-ب) عن طريق عدد خاصة كما فى كما في بعض الحشرات الأولية Collembola نظراً لغياب أنيبيبات ملبيجى حيث يتم الإخراج عن طريق عدد تسمى الغدد الشفوية، تفتح قنواتها عند قاعدة الشفة السفلى ولذلك يطلق عليها Labialglands شكل (ب) أما فى الصرصور الألماني *Blatella germanica* فيخزن حمض البوليك فى مواضع معينة من الغدد الجنسية الإضافية، ويمكث بها فترة مؤقتة ثم يمر عبر المستودع المنوى Spermatophore أثناء عملية التزاوج.



الإخراج عن طريق الخلايا الكلوية   الإخراج عن طريق الغدد الشفوية

شكل (٥٠) يوضح بعض نماذج الإخراج في الحشرات

الإخراج التخزينى (Storage excretion) :-

وتطلق هذه الظاهرة على مالوحظ من ان بعض الحشرات تحتفظ أجسامها ببعض النفايات في صورة غير ضارة Harmless بدلاً من نبذها خارج اجسامها مع البول ، ويحدث ذلك كنوع من تقييد اضرار تلك المواد اذ لا سبيل الى التلخص منها ، فقد غابت أنبيبات ملبيجى تماماً من اجسام تلك الحشرات ، أو قديتم ذلك حتى فى وجودها اما لكونها غير عاملة أو عاملة على حد سواء. وذلك كاحتفاظ الجسم ببعض بلورات حمض البوليك فى مناطق معينة منه ، ويقوم بوظيفة التخزين هذة نوع متخص من الخلايا يطلق عليه الخلايا اليورية Urate cells التى تنتشر فى مواضع معينة من الجسم وقد يتم التخزين باحدى الطرق التالية:

١- التخزين في الجسم الدهني:

وفى هذه الحالة توجد الخلايا اليورية مبعثرة بين خلايا الجسم الدهنى المغذية Trophocytes لكل من الحشرات القافزة بالذنب وذلك نظراً لغياب انيبيبات ملبيجى منها والصرصور الشرقى من جنس Blatta ويرقات Apocrita التابعة للحشرات غشائية الاجنحة حيث توجد انيبيبات ملبيجى ولكنها بصورة خاملة وفى هذة الحالة تتراكم بلورات الحمض بهذة الخلايا.

اما يرقات حشرات حرشفية الاجنحة والتى توجد فى حشراتها اليافعة انيبيبات ملبيجى بصورة عاملة، فقد لوحظ تراكم حمض البوليك بين خلايا الجسم الدهنى خلال الاعمار اليرقية، اما فى مرحلة الطور العذرى فيمر الحامض خلال تلك الانيبيبات حيث يعتبر ذلك اول اخراج حقيقى لها حيث يخرج حمض البوليك فى صورة Meconium ومن المحتمل ان الخلايا اليورية لا تقوم بتخزين هذة النواتج التى تعتبر منتجات نهائية لعمليات التمثيل داخل الخلايا نفسها وليس هناك دليل على ان هذة الخلايا تقوم بتخزين اية مواد تنتج خلال اجزاء الجسم الاخرى ، ومن المحتمل تخزين حمض البوليك فى هذة الصورة يعتبر مخزناً للنتيروجين بغية استخدامه فى انتاج انسجة جديدة.

٢- التخزين فى طبقة البشرة :

وفى هذة الحالة يكون الغرض من التخزين احد الصور التالية:

أ- التخزين المستديم لتلك المواد او التخزين المؤقت فمن الحالة الاولى ما لوحظ من ان يرقات حشرات حرشفية الاجنحة تخزن حمض البوليك فى طبقة البشرة، ومن الحالة الثانية مالوحظ ان حشرة *Rhodnius* تخزن هذا الحمض فى طبقة البشرة اثناء الانسلاخ حيث تتخلص منه ريثما تتم عملية الانسلاخ.

ب- المساهمة فى تلوين الحشرة : يساهم تخزين الحمض فى طبقة البشرة على تلوين الحشرات Dysdercus ، ولعل السبب فى انتشار العلامات البيضاء على سطح الجسم بتقدم هذة الحشرة فى العمر يرجع الى تراكم بلورات حمض البوليك بتلك الطبقة.

وبالمثل فان حشرات اباء الدقيق من جنس Pieris تكتسب الوانها من ترسيب حمض البوليك فى الحراشيف والبقع الملونة لاجنحتها. ومن نافلة القول ان نذكر ان جليد الانسلاخ العذارى يحتوى على ٨٠% من بللورات حمض البوليك فى حشرة ابى دقيق ، اى ان الحشرة تتلخص من هذا المقدار بنبذها هذا الجليد . وفى هذا دليل على ان عملية الانسلاخ تعتبر نوعاً من الاخراج التخزينى.

ج- تقوم يرقات حشرات حرشفية الاجنحة بتخزين المعادن الثقيلة مثل الكبريت فى الخلايا القذعية Goblet cells التى توجد فى المعى الاوسط Midgut.

رابعاً : الجهاز التنفسى

Respiratory system

لابد للحشرة من الحصول على الطاقة اللازمة لقيامها بوظائفها الحيوية كالهضم والنمو والأخراج والتناسل. والحشرة فى ذلك شأنها شأن بقية الحيوانات. ويتم الحصول على تلك الطاقة من أكسدة المواد الغذائية، وتلك عملية حيوية أخرى يلعب فيها غاز الأكسجين دوراً هاماً عن طريق ما تحتويه المادة الغذائية من الكربون والأيدروجين لينتج الماء وثانى أكسيد الكربون، واثناء تلك العملية تنطلق الطاقة اللازمة لتوزع على مختلف أنسجة الجسم، ويطلق على هذه العملية الحيوية التنفس Respiration وتتم هذه العملية على ثلاث مراحل :

١- تبادل الغاز بين الوسط الخارجى وبين سطح الجسم أو بين الوسط الخارجى وبين أسطح أعضاء التنفس وهو ما يطلق عليه :

Exchange of gases at the surface of the body or by surface of the respiratory organs.

٢- انتقال غازات التنفس خلال أجزاء الجسم المختلفة بواسطة الانتشار الغازى Diffusion.

٣- تبادل غازات التنفس داخل أنسجة الجسم المختلفة.

وإذا كان من المقرر أن بعض الحيوانات تتنفس عن طريق جلدها، وبعضها يتنفس بواسطة الخياشيم، وفريق آخر يتنفس عن طريق الرئات فلا تندهش عندما تعلم أن الحشرات قد يتم فيها التنفس بهذه الوسائل جميعاً بالإضافة إلى نوع آخر من الأجهزة التنفسية وتفوق سواها، ألا وهو التنفس عن طريق مجموعة من القصبات والقصيبات التى تفتح على جانبى حلقات الجسم بفتحات يطلق عليها الثغور التنفسية التى توصل الهواء الجوى إلى تلك الأنابيب التى تستدق بدورها حتى تنتهى كل منها فى مجموعة من خلايا أنسجة الجسم وبذلك يصل الهواء الجوى إلى مكان عمله مباشرة داخل الجسم. ويخرج ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عملية الأكسدة عن طريق الفتحات التنفسية أو عن طريق جدار الجسم أو عن طريقهما معاً علماً بأن القدر الذى يخرج عن طريق جدار الجسم يقدر بنحو ربع كمية ثانى أكسيد الكربون والذى يقوم بتوصيله إنما هو السائل الدموى.

ومن هنا يتضح أن السائل الدموى لا يقوم بدور فعال فى نقل غاز الأكسجين إلى الأنسجة كما هو الحال فى الفقاريات، اللهم إلا تلك الحالات التى لا يتيسر فيها اتصال نهايات القصيبات الهوائية مهما دقت إلى بعض خلايا الجسم، وفى مثل هذه الحالة يتم انتشار غاز الأكسجين فى

السائل الدموى. وربما كان لتنفس الحشرات بهذه الصورة المتعددة دور فى انتشارها فى جميع الأوساط البيئية.

تركيب الجهاز القصبى Structure of tracheal system :

يتكون الجهاز التنفسى فى الحشرات شكل (٥١) من المكونات الآتية:

أولاً : الثغور التنفسية The Spiracles :

وهى عبارة عن الفتحات الخارجية للقصبات الهوائية وتوجد على جانبى حلقات الجسم فى صورة أزواج على كل من الغشائين الجانبين (البلورا) فيما عدا حشرات Japyx من رتبة ذات الجناحين فإنها تحمل زوجين من تلك الثغور على صدرها الثالث.

تركيب الثغر التنفسى Structure of spiracle ،

يتركب الثغر التنفسى فى أبسط صورة شكل (٥١) كالحشرات عديمة الأجنحة Apterygota من فتحة خارجية يحيط بها صفيحة دائرة هى صفيحة الثغر Peritreme وتؤدى تلك الفتحة إلى جزء متسع يطلق عليه غرفة الثغر أو الدهليز Atrium ويطلق على كل من الفتحة والدهليز مجتمعين اسم الثغر التنفسى، وقد يبطن الثغر إما بأشواك أو شعيرات من شأنها تنقية الهواء الداخل من الأتربة. أما فى حشرات كل من رتبة ذات الجناحين وغمدية الأجنحة فيحرس الثغر بواسطة صفيحة مثقبة يطلق عليها Sieve plate تحتوى عدداً من الثقوب الدقيقة التى تعمل أيضاً على تنقية الهواء من الأتربة وتمنع دخول الماء فى الحشرات المائية. ويتم التحكم فى فتح وإغلاق الثغور جهاز يطلق عليه Closing apparatus ويأخذ أشكالاً مختلفة.

كما قد يكون الثغر محاطاً بزوج من الصمامات الشبه دائرية القابلة للحركة ويتحكم فى فتحه وإغلاقه عضلة واحدة كما فى الزوج الثانى من الثغور التنفسية للنطاطات والذى يقع على الغشاء بين الصدر الأوسط والصدر الأخير ويطلق على هذا الثغر النوع وحيد العضلة One muscle type وهناك النوع ثنائى العضلات Two muscle type ويمثله الثغر الأولى لحشرات رتبة مستقيمة الأجنحة ويوجد بين الصدر الأول والصدر الأوسط ويوجد لهذا الثغر فتحتان وعضلتان إحداهما لفتح الثغر وثانيهما لإغلاقه، وكما يحيط بالثغر صمامان أحدهما ثابت والآخر قابل للحركة.

ويختلف عدد وتركيب الثغور التنفسية اختلافاً بينا من نوع من الحشرات لنوع آخر. وإذا ما استثنينا الحشرات القافزة بالذنب فإن أعلى رقم تم التعرف عليه من الثغور هو عشرة أزواج من الثغور اثنان منها على الصدر الأوسط والصدر الأخير وثمانية على الثمانى حلقات البطنية الأولى،

وقد يقل عدد الثغور عن هذا قليلاً أو كثيراً كما قد ينعدم أصلاً. وعليه فإنه يمكننا تقسيم الحشرات طبقاً لعدد الثغور العاملة إلى ما يلى :

١ـ الحشرات ذات جهاز تنفسى كامل الثغور (مفتوح) Holopneustic or opened system :

ويحوى هذا النوع عشرة أزواج من الثغور التنفسية العاملة. زوجان صدريان أحدهما بين الصدر الأول والصدر الأوسط وثانيهما بين الصدر الأوسط والصدر الخلفى وكذلك ثمانية أزواج من الثغور التى توجد على حلقات البطن الثمانية الأولى كما فى حشرات الصراصير.

٢ـ حشرات ذات جهاز تنفسى ناقص Hemipneustic :

وهو الجهاز الشائع فى كثير من الحشرات، وهو يعنى أن تلك الأنواع لها عدد من الثغور التنفسية أقل من النوع السابق ذكره وله عدة صور :

أ- Peripneustic : حشرات ينقصها زوج الثغور التنفسية الذى يقع بين الصدر الأوسط والصدر الخلفى أى يوجد بها تسعة أزواج من الثغور التنفسية العاملة ومثالها حشرات دودة ورق القطن.

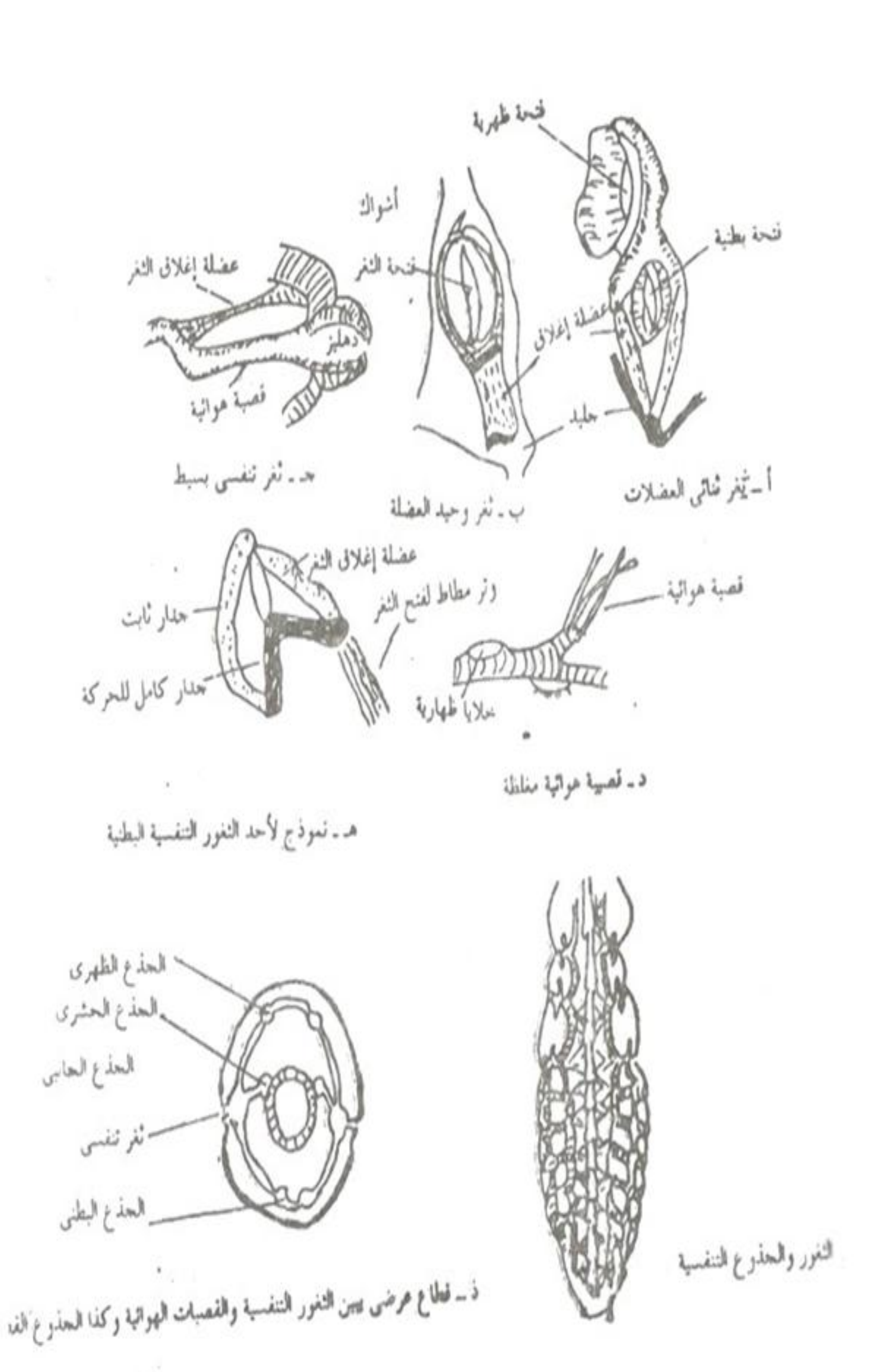
ب- النموذج الطرفى Amphipneustic : وهى حشرات لا يعمل بها إلا ثغرا الصدر الأوسط وثغرا الحلقة البطنية الثامنة كما فى يرقانات الذبابة المنزلية.

جـ- النموذج الأمامى Propneustic : وهى حشرات لا يعمل بها إلا الزوج الأمامى من الثغور التنفسية.

د- النموذج الخلفى Metapneustic حشرات ذات جهاز تنفسى لايعمل به إلا زوج الثغور التنفسية البطنية الخلفى كما هو الحال فى يرقانات البعوض.

٣- حشرات لا توجد لها ثغور تنفسية (جهاز مغلق) Apneustic or closed system :

وفى هذه الحالة تكون جميع الثغور التنفسية خاملة وحينئذ يتم التنفس عن طريق جدار الجسم أو عن طريق الخياشيم وأكثر ما يكون هذا النوع فى الحشرات المائية وحشرات الطفيليات الداخلية.



شكل (٥١) الجهاز التنفسى

ثانياً : القصبات Trachea :

القصبات الهوائية فى تلك الأنابيب الكبيرة التى تلى الثغور التنفسية والتى يبدأ بالجهاز التنفسى، ويصل قطر كل منها نحو ٢ ميكرون وهى انبعاجات داخلية لجدار الجسم ولذلك فهى تتركب من نفس طبقات جدار الجسم، وتبطن القصبة ببطانة جليدية داخلية تدعى Intima وتمتد على صورة حلزون أو فى حلقات مستقلة ويطلق على كل حلقة منها Tanidium وتتكون هذه البطانة من طبقة قاعدية من الجليد ثم طبقة داخلية من البروتين، والكيتين ومن المحتمل أن يكسى سطحها الداخلى بطبقة من الشمع وتستمر تلك البطانة بمحازاة محور القصبة الطولى وفائدة هذه البطانة هو تدعيم هيكل القصبات الهوائية كى تظل مفتوحة عند انخفاض الضغط بداخلها وأيضاً تقيها من الضغط الخارجى المرتفع.

٣- الأكياس الهوائية Air sacs :

تتسع القصبات الهوائية لكثير من الحشرات فى بعض المواضع لتكون أكياساً هوائية رقيقة الجدر، حيث تغيب منها البطانة الجليدية Intima أو توجد بصورة أثرية وهذه الأكياس تعمل كمخازن للهواء أو إن شئت فسمها رئات مصغرة. وتقوم تلك الأكياس بدور هام فى تهوية Ventillation الجهاز التنفسى للحشرات النشطة مثل النحل Apis حيث تنقبض إذا ما وقع عليها ضغط هذا بالإضافة إلى فوائدها الأخرى، وتنتشر تلك الأكياس على طول الجذوع القصبية الرئيسية لكثير من الحشرات.

٤- القصيبيات الهوائية Tracheoles :

وهى عبارة عن أنابيب أدق من القصبات الهوائية، يصغر قطرها عن الميكرون وتوجد كتفرعات للقصبة الهوائية فى مواضع مختلفة على طولها وخاصة فى أطرافها وتميز القصيبات بواسطة بطانتها التى تتكون من حيد Ridge جليدى لا تتخلله مادة البروتين الكيتينى ولا يوجد بها تلك الدعامات الحلزونية التى لا توجد بالقصبات الهوائية وأيضاً فإن هذه البطانة القصبية لا تنسلخ كما هو الحال فى البطانة القصبية. تستدق نهاية القصيبة وتكون بسمك خلية واحدة يطلق عليها الذنب القصبى Tracheoblast تنتهى القصيبة فى خلايا تنفسية يتم عندها التنفس أى تبادل الغازات كما تحتوى تلك النهايات على سائل يسمى السائل القصبى Tracheat fluid ويلاحظ أن نهاية القصيبة إذا تخللت خلية ما فيطلق عليها قصيبات داخل الخلايا Intracellular tracheoles وإذا انتهت بين مجموعة من الخلايا فيطلق عليها قصيبات بين الخلايا Interecllular tracheoles.

Distribution of the tracheal system: توزيع الجهاز القصبى

يأخذ نظام تفريع او توزيع القصبات الهوائية عدة صور كمايلى :

١- التفريع المستقل : وفيه تؤدى كل فتحة تنفسية الى قصبة هوائية صغيرة تتفرع الى فروع اصغر داخل كل حلقة من حلقات الجسم ولكنها تظل مستقلة ولا ترتبط بغيرها من القصبات السابقة او اللاحقة كما هو الحال في الحشرات عديمة الاجنحة.

٢-التفريع المرتبط : قد تتفرع القصبة الثغرية الى فرعين يتجه احدهما الى الامام حيث يرتبط بالفرع الخلفى للحلقة السابقة ويتجه الفرع الاخر الى الخلف حيث يرتبط بالفرع الامامى من الحلقة اللاحقة ليتكون جذع قصبى طولى جانبي على كل من جهتى الجسم ويطلق عليه Longitudinal tracheal trunk وقد يوجد جذعان طوليان اخران احدهما ظهرى والاخر بطنى يمتدان على كل من جانبى القلب من أعلى والحبل العصبى من أسفل ويرتبط كل من الجذعين الطوليين الجانبين بروابط أو موصلات مستعرضة (شكل ٣٨-و) Transverse commisures.

Mechanism of Respiration ميكانيكية التنفس :

سبق لنا أن عرفنا أن الهواء الجوى يدخل جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية، ولا يتم ذلك الأمر بمحض الصدفة بل أن هناك تحكم عصبى يحكم إيقاع هذه الحركات عن طريق الجهاز العصبى المركزى Central nervous system فيتنبه جهاز فتح وغلق الثغر عند انخفاض نسبة الأكسجين بالجسم أو عند ارتفاع نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون Carbon dioxide به فإذا ما انفتح الثغر التنفسى اندفع الهواء الجوى داخلاً حيث يتم توزيعه بالانتشار كما سبق ذكره وتسمى هذه الحركة حركة تمدد Expanding والهواء الداخل يسمى الشهيق Inspiration وعند إتمام عملية تبادل الغازات يرتفع تركيز ثانى أكسيد الكربون بالجسم فتحدث حركة تقلص Collapsing على إثرها يندفع غاز ثانى أكسيد الكربون خارج الجسم ويطلق على هذا الغاز غاز الزفير Expiration وقد تتم هذه الميكانيكية بواسطة كل من العضلات الظهرية الجانبية أو البطنية الجانبية لحلقات الجسم التى تستتبع حركة تقلص أو انبساط حلقات الجسم.

وقد تفى عملية الانتشار الغازى هذه باحتياجات بعض الحشرات وبخاصة أثناء فترة الراحة أما فى الحشرات ذات النشاط العالى فإنها تحتاج إلى كمية كبيرة من الهواء الجوى تندفع داخل أجسامها ومن هنا تظهر فائدة الأكياس الهوائية التى تساعد على عملية تهوية أجسام تلك الحشرات Ventillation.

وقد يكون هناك تخصص فى عمل الثغور التنفسية بمعنى أن بعضها يستخدم فى عملية الشهيق والبعض الآخر يقوم بعملية الزفير ففى حشرات الجراد يتخصص كل من الزوج الصدرى والزوج البطنى الأمامى من الثغور التنفسية للقيام بعملية الشهيق بينما تقوم بقية الثغور البطنية بعملية الزفير. ولكن الشائع فى الحشرات أن تقوم الثغور التنفسية جميعاً بهاتين العمليتين معاً على التعاقب، فعملية الزفير يتبعها شهيق وهكذا.

أهم الوظائف الأخرى للجهاز التنفسى Other function of the tracheal system :

للجهاز التنفسى الذى سبق وصفه فوائد أخرى بالنسبة للحشرات غير الوظيفية الأساسية وهى التنفس ونذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلى :

١- يعمل الجهاز التنفسى ككل وبالأخص الأكياس الهوائية على خفض الوزن النوعى للحشرات فتتمكن من الطيران فى الفضاء.

٢- يساعد الحشرات المائية على إتمام عملية العوم أو الطفو كما فى حشرات جنس Dytescus.

٣- يسمح وجود الأكياس الهوائية بنمو أعضاء الجسم الداخلية بدون تغير ملحوظ فى شكل الجسم. ولهذا فإننا نرى أن الجهاز القصبى فى حشرات النطاط من جنس Locusta يحتل ٤٢% من فراغ الجسم فى بداية أى عمر يرقانى. بينما نجدها فى نهاية نفس العمر لاتمثل إلا ٣.٨% نظراً لانضغاط الأكياس الهوائية نتيجة لنمو الأعضاء الداخلية الأخرى.

٤- تعمل القصيبات الهوائية فى بعض الفراشات الليلية التابعة لرتبة الحشرات الحرشفية الأجنحة كشريط عاكس أسفل العين ويرتبط العضو الطبلى Tympanal organ عادة بكيس هوائى حتى يسمح له بعملية الرنين.

٥- يعمل الجهاز القصبى كنسيج ضام يربط الأحشاء الداخلية ببعضها، وهذه الوظيفة على درجة كبيرة من الأهمية.

ولما كان حديثنا السابق منصباً على التنفس فى الحشرات الهوائية فإننا نود أن نتعرض لشرح موضوع التنفس فى كل من الحشرات المائية والحشرات المتطفلة داخلياً.

أولاً : تنفس الحشرات المائية

Respiraton of aquatic insects

تحصل الحشرات المائية على احتياجاتها من الأكسجين أما مباشرة من الهواء الجوى أو من الأكسجين الذائب فى الماء وذلك طبقاً لما يلى :

أ- تنفس الهواء الجوى :

تحصل الغالبية العظمى من الحشرات المائية على احتياجاتها من الأكسجين من الهواء ولها فى ذلك عن طريق:

١- تصعد الحشرة إلى سطح الماء على فترات دورية حيث تزود نفسها بحاجتها من الأكسجين ثم تعود وقد يتم ذلك بواسطة الفتحات التنفسية التى توجد فى نهاية الجسم حيث تصعد إلى سطح الماء وتدفع بنهاية بطنها إلى الخارج لتتزود بالأكسجين كما فى عذارى الخنافس المائية.

٢- قد تزود الحشرة بأنابيب أو سيفونات Siphons فتوجد تلك السيفونات على الحلقة البطنية الثامنة ليرقات البعوض، أما عذارى البعوض فتوجد فتحات هى عبارة عن نهايات القصبات الهوائية فى مقدم الرأس الصدرى.

وأما يرقانات ذنب الفأر من جنس Eristalis أو يرقانة الذبابة الدوارة وهى من حشرات ذات الجناحين فتعيش فى المياه الآسنة التى لا يوجد بها إلا القليل من الأكسجين ولابد لها من أن تتنفس الأكسجين عن طريق ذيلها، وهو عبارة عن عضو تنفس يتداخل كتداخل المرقب (التلسكوب) له القدرة على الانكماش والانبساط تبعاً لعمق الماء وعادة ما تصل هذا الذيل ستة أمثال طول جسم اليرقانة شكل (٥٢).

٣- تستطيع بعض الحشرات مثل خنفساء الماء الكبيرة Dyticus أن تحجز كمية من الهواء الجوى أسفل أجنحتها وقريباً من ثغورها التنفسية لتستفيد بها من التنفس.

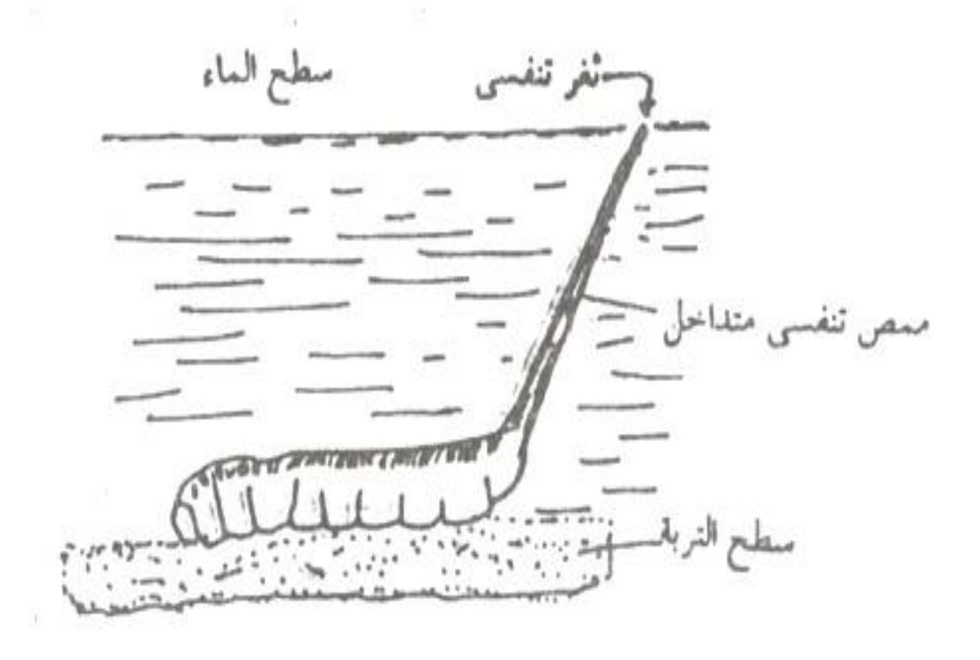
٤- لبعض الحشرات المائية القدرة على دفع سيفونات خاصة بنهاية أجسامها داخل الخلايا البرانشيمية الهوائية للنباتات المائية ويمثلها يرقانات حشرة Donacia من رتبة غمدية الأجنحة.

ب- تنفس الهواء المذاب فى الماء :

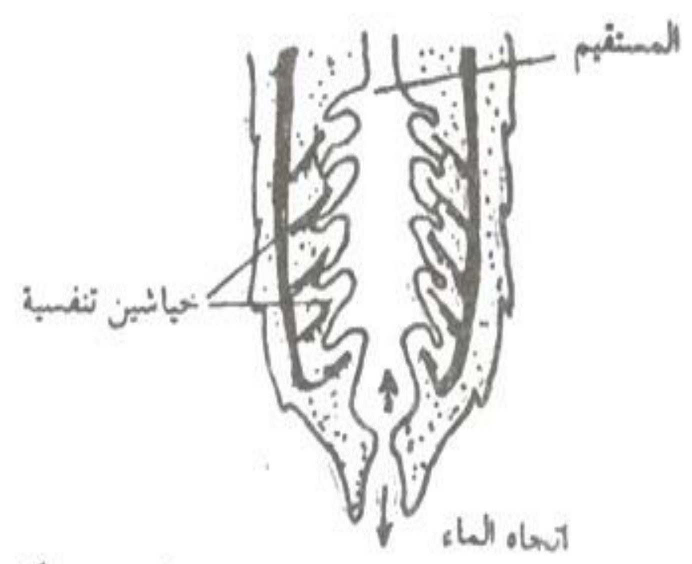
وإذا لم تستطع الحشرات المائية الحصول على الأكسجين من الهواء الجوى بإحدى الطرق السالفة فما عليها إلا أن تستخلص أكسجين الماء بطريقة أو بأخرى كما يلى :

١- التنفس خلال سطح الجسم : ينتشر الأكسجين الذائب فى الماء خلال أجسام بعض الحشرات المائية لينقل إلى شبكة القصبات الداخلية ففى دودة الدم وهى يرقانة هموش حمراء اللون تعيش فى البرك ومستنقعات الماء يتم التنفس فيها بهذه الطريقة وعادة يكون الجهاز التنفسى فى هذه الحالة من النوع المغلق أى أن الثغور التنفسية خاملة.

٢- التنفس بالخياشيم : وهى نموات رقيقة من سطح الجسم أما أن تكون خارجية كما فى يرقانة ذبابة مايو حيث توجد على كل من جانبى حلقات البطن السبع الأولى أو تكون خارجة طرفيه Caudal gills كما فى حوريات الرعاش الصغير Zygoptera حيث توجد ثلاثة خياشيم من هذا الطراز. وأما أن تكون داخلية كما فى حوريات الرعاش الكبير حيث تبرز تلك الخياشيم داخل تجويف المستقيم لتكون ما يعرف بالسلة الخيشومية المستقيمة Rectal branchial basket وتزود تلك الخياشيم بقصبات هوائية تنمو فروعها من الجذع القصبى والبطنى والجذع الظهرى، ويدخل الماء عن طريق فتحة الشرج ثم يقذف منها بعد إتمام التنفس أى أن الماء الداخل يفيد فى التنفس والماء المدفوع يعين على دفع الحورية للأمام. وإما أن تزود تلك الخياشيم بقصبات هوائية كما سبق وإما أن تخلو من القصبات وأيضاً فإنها تختلف من حيث الشكل فقد تكون أنبوبية أو تكون ورقية.



ممص تنفسى فى يرقة ذيل الفأر



رسم توضيحى لخياشيم المستقيم فى حورية الرعاش الكبير

شكل (٥٢)

ثانياً : تنفس الطفيليات الداخلية

Respiration of internal parasites

تحصل الطفيليات الداخلية على حاجتها من الأكسجين بعدة صور أيضاً :

أ- تنفس الهواء الجوى : ويتم بعدة صور :

١- توجد فتحات تنفسية فى مؤخرة البطن وفى إمكان الطفيل أن يخرجها خلال ثقب فى جلد حاضنة حيث يتسنى له تنفس الهواء الجوى العادى، كما فى يرقانات تقف جلد البقر التى تتطفل داخلياً على الماشية.

٢- قد يكون للطفيل القدرة على ثقب إحدى القصبات الهوائية لحاضنه بواسطة مؤخرة الجسم التى تزود، حينئذ بفتحات تنفسية فيحصل على ما يلزمه من أكسجين. كما فى يرقانات حشرات ذبابة التاكينا التى تتطفل على يرقانات دودة ورق القطن.

ب- التنفس الجلدى : إذا لم يتيسر للحشرة المتطفلة داخلياً أن تتنفس بأى من الطرق السابقة فليس أمامها إلا التنفس عن طريق سطح جسمها الذى يكون فى هذه الحالة رقيقاً منفذاً للغازات فتتنفس بالانتشار الغشائى.

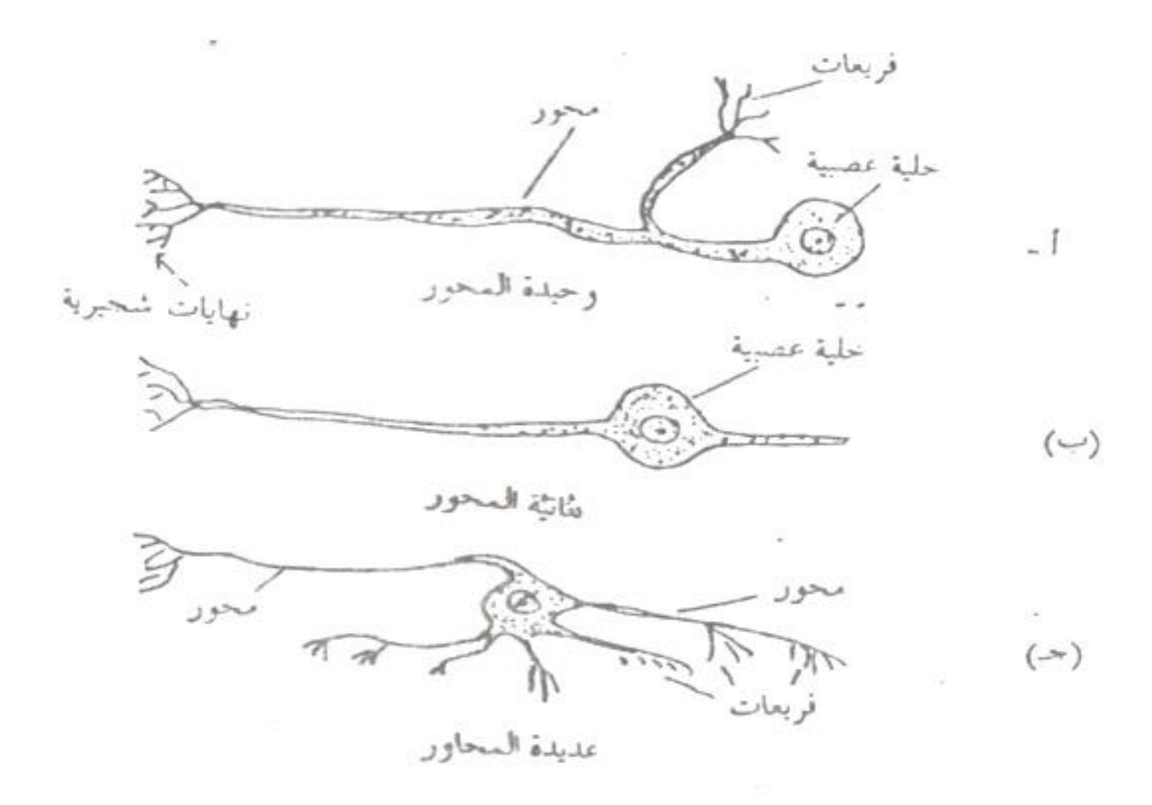
خامساً : الجهاز العصبى

The Nervous system

الجهاز العصبى هو الجهاز المختص بالتحكم والسيطرة على مراكز الحس المختلفة بالجسم، وبه تتمكن الحشرة من الاستجابة للمؤثرات الخارجية والداخلية على السواء، وكذلك الهيمنة على أنشطة الجسم الإحيائية كالهضم والتنفس وغيرها من الأنشطة. ولما كانت الوحدة الأساسية للجهاز العصبى هى الخلية العصبية فإننا نؤثر التحدث عنها أولاً وقبل أن تدخل فى تفصيلات هذا الجهاز حتى يتسنى لنا إدراكه.

الخلية العصبية Nerve cell or neuron :

هى الوحدة الأساسية للجهاز العصبى، وهى ذات تركيب خاص ومهيأه لاستقبال وتوصيل السيالات العصبية بين أجزاء الجسم المختلفة. وتشبه الخلية العصبية فى تركيبها أياً من خلايا الجسم الأخرى حيث تتكون من جسم الخلية Cyton الذى يحتوى على نواة واضحة Nucleus ولكن تختلف عن الخلايا الجسمية العادية من حيث وجود زوائد طولية يطلق عليها المحاور Axons والتى تحمل نهاية كل منها مجموعة من الأفرع الدقيقة أو الزوائد التى يطلق عليها الزوائد الشجيرية Dendrites شكل (٥٣). وقد تكون الخلية العصبية وحيدة المحور Monopolar أو ثنائية المحور Biloplar أو عديدة المحاور Multipolar وعندما تتجمع مجموعة من محاور تلك الخلايا فإنه يتكون بذلك ليف عصبى، وأما العقدة العصبية Nerve ganglion فما هى إلا إلا مجموعة من أجسام الخلايا العصبية التى تقاربت مع بعضها كثيراً وكونت تجمعاً عصبياً أو مركزاً عصبياً. ويعبر السيال العصبى الوارد أو الصادر أثناء مروره من خلية عصبية لأخرى المشبك العصبى Synaps والمشبك العصبى هو النقطة التى تتجاور فيها الزوائد المتفرعة لإحدى الخلايا مع زوائد خلية أخرى حيث أن الخلايا العصبية لا تتصل اتصالاً مباشراً. وتقع أجسام الخلايا العصبية الحسية أسفل جدار الجسم وتمتد محاورها إلى الجهاز العصبى المركزى الذى تقع به أجسام الخلايا الحركية وخلايا التجمع العصبى وينقسم الجهاز العصبى إلى ثلاثة أقسام هى :



شكل (٥٣) رسم تخطيطى للأنماط المختلفة من الخلايا العصبية فى الجهاز العصبى للحشرات (الأسهم توضح اتجاه التوصيل العصبى)

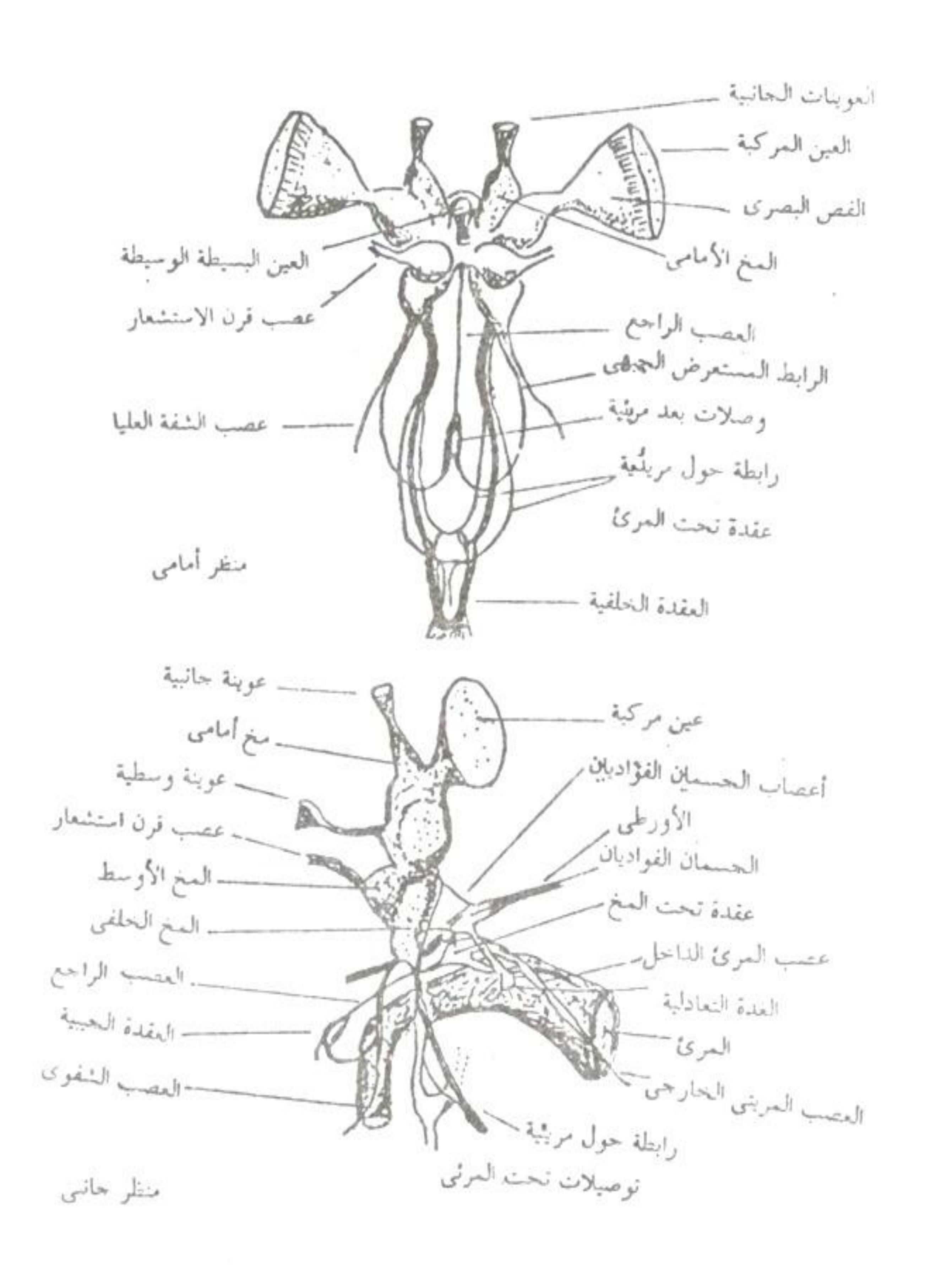
أولاً : الجهاز العصبى المركزى

Central nervous system (C.N.S)

هو الجزء الرئيسى من الجهاز العصبى والذى يقع أسفل القناة الهضمية فى وضع يتوسط الجسم ويتركب من المخ والحبل العصبى على نحو ما سنفصله بعد :

أ- المخ Brain :

هو مركز الإحساس الرئيسى، ويتكون من العقد العصبية الأمامية التى اندمجت معاً واحتلت مركزها فى محفظة الرأس أعلى المرئ وفتحة الفم، ولذلك يطلق عليها أحياناً العقدة فوق المريئية Superoesophageal ganglion ومن المعروف أن العقد العصبية قد نشأت فى حالة زوجية ثم التحم كل زوج ليكون عقدة واحدة وفى المناطق التى اندمجت فيها حلقات الجسم كمحفظة الرأس أو مؤخرة الجسم، وعليه فإن المخ قد تكون من اندماج ثلاثة أزواج من العقد العصبية. وليس للمخ حجم ثابت ولكنه يختلف فى درجة نموه بدرجة رقى الحشرات كما هو الحال فى سائر الحيوانات فيكون أكثر نمواً فى الحشرات الاجتماعية Social insects مثل نحل العسل، ويتكون المخ من الأمام إلى الخلف شكل (٥٤) من المناطق التالية:



شكل (٥٤) منظر أمامى وجانبى للمخ والجهاز العصبى الحشوى السمبثاوي فى الجراد

١- الجزء الأمامى Protocerebrum

ويتكون من العقدتين العصبيتين العينيتين وهو أكبر أجزاء المخ، ويقع هذان الفصان أسفل العينين المركبتين حيث تخرج منها أعصاب تغذيهما ولذلك فقد يطلق عليهما الفصان البصريان Optic lobes كما أنها يغذيان العوينات أيضاً. Ocelli

٢- الجزء الثانى Deutocerbrum :

ويقع خلف الجزء السابق ويصغره حجماً وقد تكون من اندماج عقدتى قرنى الاستشعار ولذلك فقط يطلق عليهما فصا قرنى الاستشعار Antennary lobes وتخرج منها أعصاب تغذى قرنى الاستشعار، وإذا كنا قد عرفنا أن قرنى الاستشعار هما عضوا حس فإن الجزء الثانى من المخ يعتمد على درجة كثافة ونمو أعضاء الحس التى توجد على قرنى الاستشعار.

٣- الجزء الثالث Tritocerebrum :

ويتكون من اندماج غير كامل لزوج صغير من العقد العصبية المخية، ويقع خلف الجزء الثانى ويتميز إلى فصين تخرج من كل منهما أعصاب تغذى الشفة العليا، ويصل كلا من فصى المخ الثالث، زوج من الروابط المستعرضة التى تمر حول المرئ ويطلق عليهما Circum Oesophageal commisures ويلتفان حول المرئ ليصلا المخ بالعقدة تحت المريئية. ويتحكم الجزء الثالث فى عمل الجهاز العصبى الحشوى (السمبثاوى).

ب- الحبل العصبى البطنى Ventral nervecord :

يتكون الحبل العصبى البطنى من مجموعة من العقد العصبية المندمجة مع بعضها ويبدأ بالعقدة تحت المريئية كما فى الشكل (٥٥) :

١- العقدة تحت المريئية Sub-oesophageal :

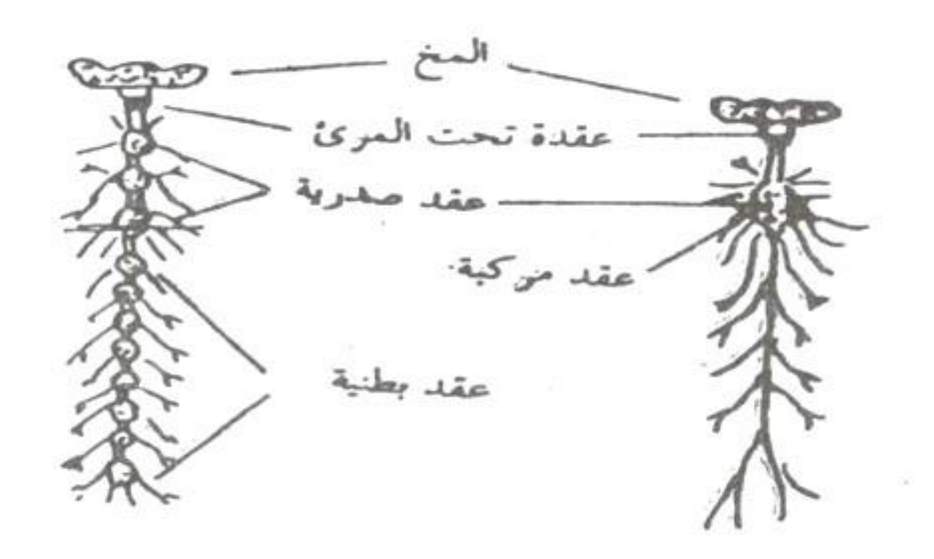
وهى عقدة عصبية مركبة من كل من عقدة الفك العلوى، والفك السفلى والشفة السفلى التى اندمجت مع بعضها فى المراحل الجنينية، وتقع هذه العقدة فى الجهة البطنية من الرأس أسفل المرئ وبالتالى أسفل المخ، ويربطها بالجزء الثالث الرباط العصبى المستعرض الذى يلتف حول المرئ، وتخرج منها أعصاب تتصل بكل من الفكين العلويين والفكين السفليين وكذلك الشفة السفلى، كما يخرج منها أعصاب تتصل بالقناة اللعابية وأخرى تتصل بالعنق.

٢- العقدة العصبية الصدرية Thoracic ganglia

وهى عبارة عن ثلاثة أزواج من العقد العصبية بواقع زوج لكل حلقة صدرية، وتقع فوق الصفائح البطنية الحلقات الصدرية مباشرة ويصل هذه العقدة أزواج من الروابط الطولية تبدو كأنها أزواج من الخيوط البيضاء، فيصل العقدة العصبية الصدرية الأولى بالعقدة تحت المريئية زوج من تلك الروابط العصبية كما يخرج من مؤخرة العقدة زوج آخر من الروابط يصلها بمقدم العقدة العصبية الثانية ثم الثالثة وهكذا. ويخرج من كل من تلك العقدة أعصاب تتصل بالأرجل وأخرى بالأجنحة وثالثة تتصل بالعضلات الصدرية فى الحلقات المقابلة.

٣- العقد العصبية البطنية Abdominal ganglia :

وهى ثمانية أزواج من العقد العصبية التى تحتل منطقة البطن بالكيفية المبينة فى العقد الصدرية ولكن يلاحظ أن الروابط الطولية لها لا تكون من الوضوح بحيث ترى كالروابط الصدرية الأمر الذى يجعلها تظهر كخيط فردى وايضاً قد تتقارب العقد من بعضها. وإذا كان من المتوقع أن نجد بكل حلقة بطنية عقدة عصبية فإن ذلك شئ نادر الحدوث حيث توجد ثمانية أزواج من تلك العقد فى الحشرات البدائية كما فى الحشرات القافزة بالذنب ولكن المشاهد في الحشرات الراقية أن هذا العدد قد يتفاوت بصور مختلفة ففى حشرات الصراصير تلتحم العقدة الصدرية الأخيرة بالعقدة البطنية الأولى، بينما تندمج العقد البطنية الخلفية الثلاث لتكون مركزاً عصبياً واضحاً دون سواه فيبلغ عدد العقد البطنية ست عقد عصبية. أما بعض أنواع حشرات نصفية الأجنحة فيتكون الجهاز العصبى المركزى بها من عقدة تحت المرئ والعقدة الصدرية الأولى فى حين تندمج باقى العقد الصدرية مع العقدة العصبية البطنية لتكون مركزاً عصبياً واحداً. وقد يظهر هذا الاندماج أوضح فى حشرات الذباب من رتبة ذاتالجناحين حيث تظهره عقدة تحت المرئ فى حين تندمج باقى العقد الصدرية والبطنية فى مركز عصبى واحد. ويخرج من العقد العصبية البطنية أعصاب تتصل بزوائد البطن وأجهزتها الداخلية.



شكل (٥٥) أقصى نظامين لتوزيع العقد العصبية فى الجهاز العصبى المركزى توضح أ- الحد الأدنى ب- الحد الأقصى من الالتحام (الاندماج)

ثانياً : الجهاز العصبى الحشوى (السمبثاوى)

Visceral or sympathetic N.S

ونعنى به الجهاز العصبى الذى يسيطر على أحشاء الحشرة الداخلية ويتميز إلى الأقسام الاتية :

أ- الجهاز العصبى السمبثاوى المريئى

Oesophageal sympathetic nervous system

وهو الجهاز العصبى الحشوى الذى يزود كلا من المعى الأمامى والقلب وأجزاء أخرى تقع فى مقدم جسم الحشرة بالأعصاب ويتصل بالجهاز العصبى المركزى فى منطقة المخ. ويتكون الجهاز العصبى السمبثاوى المريئى شكل (٥٦) مما يلى :

١- العقد العصبية الجبهية Frontal ganglion

وهى عقدة عصبية صغيرة تقع أمام المخ ويربطها به فى منطقة الجزء الثالث زوج من الألياف العصبية، بينما يمتد منها عصب جبهى للأمام وآخر يتجه إلى الخلف ماراً أسفل المخ وأعلى المرئ ويطلق عليه العصب الراجع Recurrent nerve ليربط تلك العقدة بعقدة أخرى صغيرة قريباً من المنطقة الخلفية البطنية للمخ ويطلق عليها العقدة تحت المخية Hypocerebral

ganglion ويتجاوز العصب الراجع العقدة تحت المخية لينتهى عند عقدة أخرى صغيرة تدعى العقدة المعدية.

٢- العقدة تحت المخية والعقدة المرئية

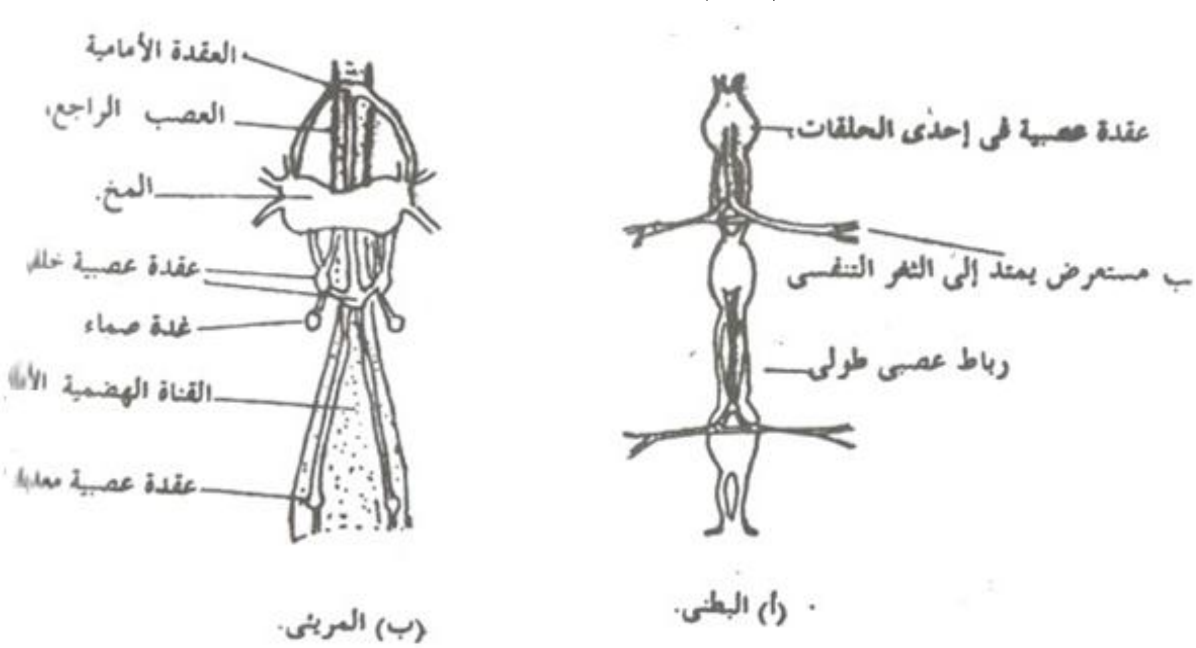
Hypocerebral and oesophageal ganglia

ويخرج من العقدة العصبية التى تعرف بعقدة تحت المخ عصبان طوليان يتصلان بعقدة صغيرة تدعى عقدة المرئ وهى تتصل بالمخ من الجانب المقابل لها كما يخرج منها عصب يتصل بالجسم الآلاتى Corpora allata المقابل وهو غدة صماء.

ب- الجهاز العصبى السمبثاوى البطنى

Ventral sympathetic nervous system

ويتصل بالجهاز العصبى المركزى فى منطقة الحبل العصبى البطنى حيث يخرج من أزواج العقد العصبية الصدرية والبطنية أعصاب مستعرضة وتمتد نحو الثغور التنفسية فتتحكم فى حركتها الميكانيكية كما سبق ذكره شكل (٥٦-أ).



شكل (٥٦) جانب من الجهاز العصبى السمبثاوى

جـ- الجهاز العصبى السمبثاوى الخلفى :

وهو عبارة من مجموعة من الأعصاب التى تخرج من العقدة العصبية البطنية الأخيرة – وهى عقدة مركبة كما سبق بيانه – لتسيطر على حركة المعبر الشرجى والجهاز التناسلى.

<u>ثالثاً : الجهاز العصبى الطرفى</u>

<u>Caudal sympathetic nervous system</u>

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب التى تمتد كنهايات طرفية لأعصاب الجهاز العصبى المركزى والسمبثاوى والتى تتصل بخلايا عصبية مرتبطة بأعضاء الحس المختلفة Sense organs على أنه توجد شبكة من الأعصاب أسفل جدار الجسم مباشرة وهى عبارة عن محاور لخلايا عصبية تعمل على توصيل الخلايا العصبية الحسية بعضها ببعض.

الإحساس بالمؤثرات والاستجابة له :

ذكرنا من قبل أن وحدة الجهاز العصبى هى الخلية العصبية وقسمنا الخلايا العصبية من حيث عدد محاورها إلى ثلاثة أقسام والآن نقسم الخلايا العصبية من حيث وظائفها إلى :

١- الخلية العصبية الحسية Sensory neurone أو الواردة Afferent وكل منها ذات محورين يرتبط أحدهما بأحد أعضاء الحس بينما يمتد الآخر إلى إحدى عقد الجهاز العصبى المركزى وهذه الخلايا هى المسئولة عن حمل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبى المركزى.

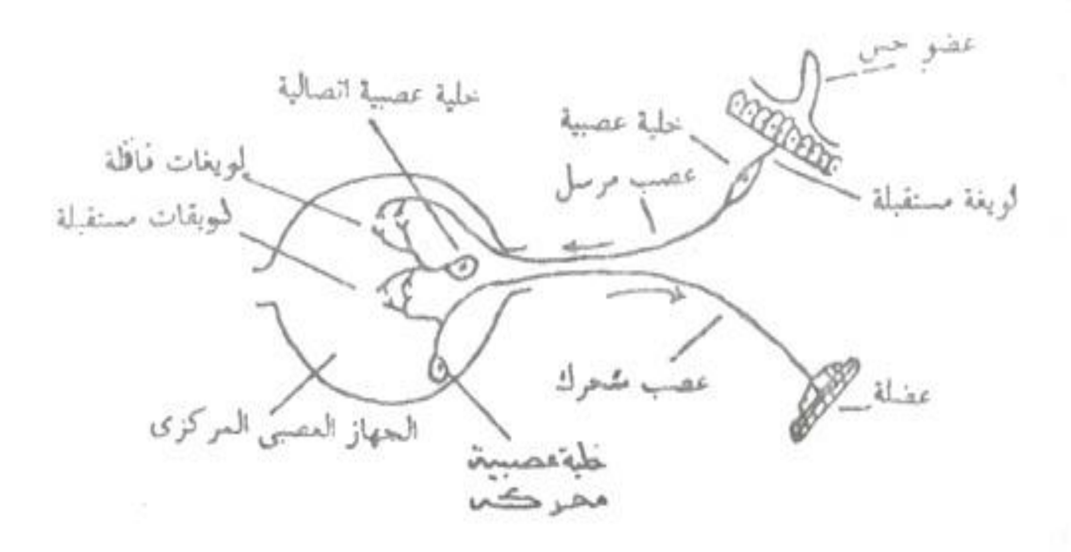
٢- الخلايا العصبية المحركة (الصادرة) Motor (Efferent) neurones :

ويقصد بها الخلايا التى تكون أجسام العقد المكزية ويمتد أحد محاورها الذى يسمى العصب المحرك Motor nerve إلى أحد الأنسجة العضلية السطحية. ويحمل السيالات العصبية الحسية التى وقع عليها التأثير.

٣- الخلايا العصبية المجمعة أو الاتصالية Association :

وهى الخلايا العصبية التى توجد بأجسامها ومحاورها داخل العقد العصبية للجهاز العصبى المركزى ولها محوران ذواتا زوائد شجيرية حرة يتجه إحداهما إلى المحور الداخلى لإحدى الخلايا العصبية الحسية والآخر جهة المحور الداخلى لإحدى الخلايا العصبية المحركة أى أنها تعمل كموصلات بين النوعين السابقين. فيمر السيال العصبى من العقد المتأثر عبر محورها العصبى الداخلى حتى يصل إلى الزوائد الشجيرية لإحدى الخلايا العصبية الموصلة التى تستقبل هذا السيال

العصبى وتنقله إلى إحدى الخلايا العصبية المحركة بنفس الصورة فتفرز الخلايا العصبية المحركة سيالاً عصبياً يتجه لينبه الجزء العضلى للسطح المتأثر للقيام برد الفعل المناسب شكل (٥٧).



شكل (٥٧) رسم يوضح أنواع الخلايا العصبية، وطريقة انعكاس المؤثر خلال الخلايا الحسية الاتصالية والمحركة

أعضاء الحس The Sense Organs

هى التراكيب التى تنتشر على جدار الجسم لتقوم بتمييز المؤثرات الخارجية كالحرارة والضوء والرطوبة، ويؤدى تنبيه هذه الأعضاء إلى ظهور سيال عصبى يترتب على وصوله إلى إحدى العقد العصبية المركزية تغيير معين فى سلوك الحشرة كالاقتراب من أو الابتعاد عن مصدر ذلك المؤثر. ويطلق على هذه الأعضاء الحسية على اختلاف أنواعها المستقبلات Receptors. ومن المعلوم أن كل واحد منها يتخصص فى استقبال مؤثر معين، بمعنى أن للذوق أعضاء خاصة وللشم كذلك، وكذلك الإبصار.

ويمكننا تقسيم هذه الأعضاء تبعاً لنوع وطبيعة استقبالها إلى ما يأتى:

أولاً: مراكز استقبال المؤثرات الميكانيكية Mecahnorecptors :

ويقع تحت هذا القسم كل من :

١- مستقبلات اللمس والضغط Langoreceprots.

٢- مستقبلات الأصوات Phonoreceptors.

ثانياً : مراكز استقبال المؤثرات الكيماوية Chemoreceptors

ويشمل هذا القسم كلا من :

١- مراكز الشم Olfactoreceptors.

٢- مراكز الذوق Gustoreceptors.

٣- مراكز استقبال المواد المهيجة Irritoreceptors

ثالثاً : مراكز استقبال الاشعاعات Redioreceptors

ويندرج تحت هذا القسم الأنواع التالية :

١- مستقبلات الحرارة Caloreceptors.

٢- مستقبلات الرطوبة Frigidoreceptors.

٣- مستقبلات الضوء Photoreceptors.

أولا مراكز إستقبال الموءثرات الميكانيكية Mechanoreclptors

وتعنى تلك الأعضاء التى ينتج عن لمسها أوصدامها بجسم أخر تغير ميكانيكى فى أحد أجزائها،وتتأثر أيضا باهتزاز موجات الهواء أو الماء أو الاجسام الصلبة ،ولا يدع إذا أن تتدرج أعضاء السمع تحت هذا النوع Sense of hearing وتشمل أيضا الاحساس بقوة الجاذبية الارضية. ولكى تدرك وظيفة هذه الاعضاء ، فسنتكلم عن أنواع هذه المستقبلات فيما يلى:

١- مستقبلات اللمس والضغط Langoreceptors

وتقوم مثل هذه الاعضاء بالاحساس بالاجسام أو الاشياء عن طريق ملامستها إياهاأو عن طريق موجات اهتزازية تصدر عنها ويطلق عليها حينئذ اللمس Tutchوحينما تزداد شدة لمس المؤثر للعضو المستقبل فإنه يطلق على هذه الحالة الضغط Pressure وعادة ما تنتشر تلك الاعضاء على سطح الجسم أو تكون فى شكل تجمعات تسمح لها بملامسة الاشياء الملامسة بصفة عامة.

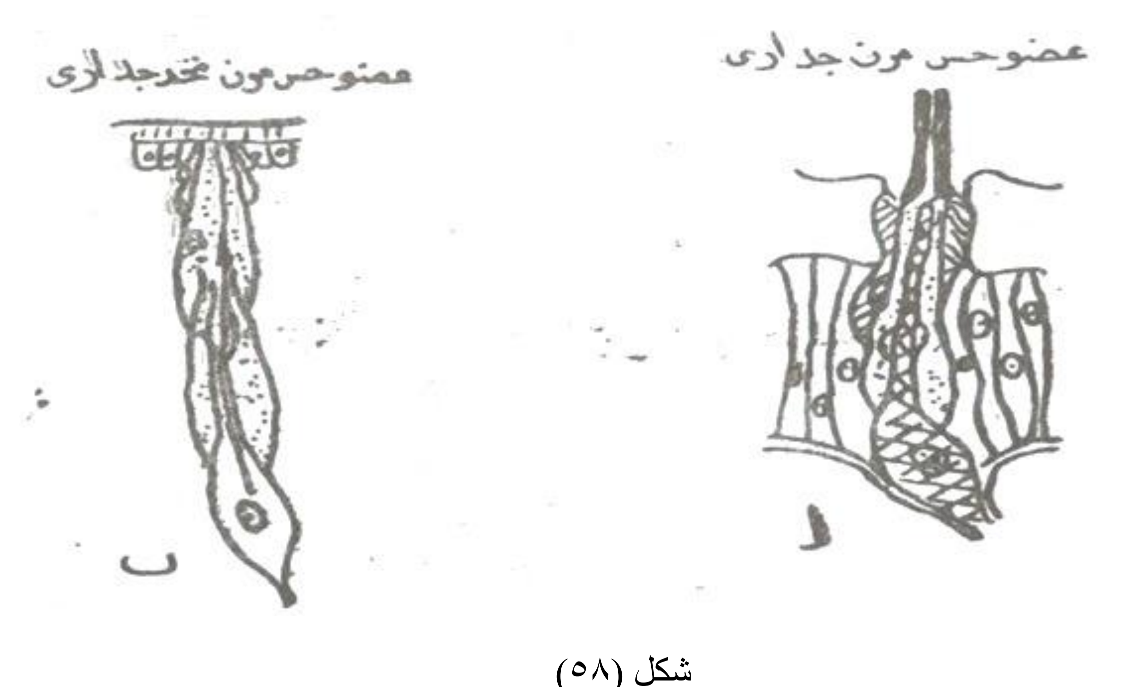
وهناك أشكال مختلفة لهذه الاعضاء نذكر منها مايلى:

١- شعيرات اللمس Tactile hairs or trichoidsensilla:

وقد يطلق عليها الشعيرات الحسية المتمفصلة Sensory hairs وتتركب الشعرة اللمسية شكل (٥٨-أ) من خلية أسفل البشرة يطلق عليها مولدة الشعرة Trichoen cell وتحاط بخلية أخرى هى مولدة الغشاء Tormogenوتتصل الشعرة الحسية بخلية عصبية أو بخليتين ، بينما تتصل شعيرات الحس الكيماوى بمجموعة من الخلايا العصبية، ويحيط بمحور الخلية العصبية القريب من الشعرة غمد يطلق علية القضيب الحسى Scolopale وقد يغطى هذا القضيب بغطاء يطلق عليه غطاء القضيبأو الجسم الطرفى Apical body وتتمفصل الشعرة مع جدار الجسم بغشاء يغطى نقرة الشعرة وبذلك تكون حرة الحركة ، وتتأثر الشعلرة الحسية كنتيجة للمس جسم أخر أو عن طريق وصول ذبذبات الهواء إليها وعلى الفور تبرق رسالة إلى الحبل العصبى الرئيسى لتنبهة، وتقوم النهاية العصبية السطحية للخلية العصبية بنقل الرسالة ويؤدى ذلك إلى إلجهد الإستقبالى Receptor potential وتوجد هذه الشعيرات بصفة خاصة على قرون الإستشعار وعقل الرسغ والقرون الشرجية. فإبرة العجوز وصرصور الغيط وغيرهما من الحشرات التى تقطن الانفاق تزود قرون الاستشعار بأعداج وفيرة من تلك الشعيرات تتفادى بها الاجسام الصلبة التى تعترض حركتها . وأصدق دليل على ذلك هو الذبابة المنزلية، حيث تطير مسرعة عند تحرك الاجسلم بالقرب منها، فإذا ما وضعنا حائلا زجاجيا بينها وبين الجسم المتحرك فإنها لا تشعر بتلك الحركة وبالتالى لا تلوذ بالفرار.

ب- الاعضاء الحسية المرنة (الداخلية) **Chorodotonal organs:**

أعضاء الحس المرنة عبارة عن الاعضاء الحسية التى توجد داخل بعض أجزاء الجسم مثل قرون الاستشعار والملامس والارجل وغيرهما كما توجد فى فراغ الجسم وتوجد مثل هذه الاعضاء على هيئة حزام. تتكون كل حزمة منها من وحدات حسية يطلق عليها Scolopophago esscolopidia وهى ذات أشكال مغزلية تمتد طوليا فى مجموعة من الالياف المرنة التى تصل مابين نقطتين متباعدتين على جدار الجسم أو تصل أحد طرفيها بالجليد بينما يظل سائبا فى فراغ الجسم. ويعرف النوع الاول بعضو الحس المرن الجدارى Integumental فى حين يعرف الثانى بعضو الحس المرن تحت الجدارى Sub- genual شكل (٥٨-ب).



شكل (٥٨)

وتتركب الوحدة الحسية Scolopopoce من خلية عصبية ذات قطبين ، يغلف أحدهما (السطحى) بخلية مغلفة Scolopal cell وأخرى قمية Cap cell ويتكون داخل الخلية المغلفة قضيب حسىScolopal تتصل قاعدته بفراغ Vacuole يحتوى على نوع من السوائل بينما يتغلظ طرف القضيب الحسى ليكون الكعبرة الطرفية End- knob وتوجد بداخل الوحدة الحسية ليفة محورية تمتد حتى تتصل بالكعبرة الطرفية للقضيب الحسى.

وأما عضو جونستون Johns s organ فهو عضو حس مرن ويوجد داخل العقلة الثانية من قرن الاستشعار فى معظم الحشرات المجنحة ، ولكنه ينمو بوضوح فى ذكور حشرات عائلتى Culicdae -Chironomidae كما فى ذكران البعوض. فيتكون من مجموعة من الاعضاء الحسية المرنة المرتبة ترتيبا شعاعيا بحيث تتصل نهايتها السفلى بجدار العقلة ، بينما تتصل

أطرافها الامامية بالغشاء الرقيق الذى يعمل ما بين العقلتين الثانية والثالثة. وتتصل محاور الخلايا العصبية بالعصب الرئيسى لقرن الاستشعار . وقد يكون لهذا العضو وظائف أخرى.

٢- مستقبلات الاصوات Phonoreceptors:

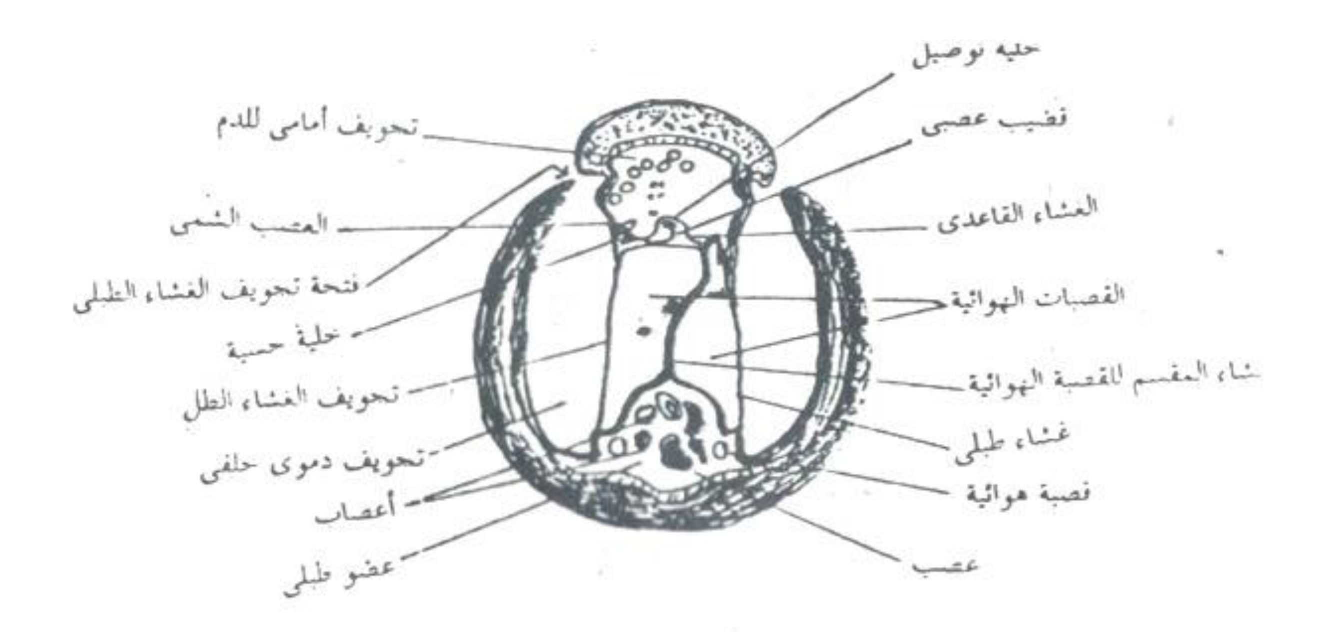
للحشرات أجهزة سمع خاصة تختلف أماكنها باختلاف الحشرات فمن المعروف أن الموجات الصوتية ينتج عنها إختلاف فى ضغط الهواء الجوى ، حيث تصل هذه الذبذبات إلى عضو السمع Audioty organالذى يمكنه رصد هذه الموجات وتفسيرها إلى أصوات خاصة بها.

أ- وقد تنتشر على سطح الجسم شعيرات خاصة تقوم بهذه الوظيفة كما فى يرقانات أبى دقيق الخبازى . أو توجد تلك الشعيرات على أجزاء معينة من الجسم مثل قرون الاستشعار كما فى ذكور البعوض ، كما توجد على القرون الشرجية لبعض الحشرات المستقيمة الاجنحة ، فيتم السمع فى الصرصور الشرقى *Blatta orientalis* وذبابة مايو عن طريق الشعيرات الحساسة التى لهل القدرة على تفسير ذبذبات صوتية مختلفة قد تكون خافتة بحيث لا يمكن أن تحسها أذن الانسان.

فسبحان الله الذى يسمع دبيب النملة السوداء على الصخرة الملساء فى الليلة الظلماء.

ب- وقد توجد لبعض الحشرات أعضاء سمع خاصة تعرف بالاعضاء الطبلية Tympanal organs وهى عبارة عن تراكيب مزدوجة يتركب كل منها من غشاء طبلى Tympanum وشعيرات حسية مرنة بالاضافة إلى وجود أكياس هوائية ومن أهم هذه الاعضاء مايلى:

١- عضو السمع فى حشرات النطاطات ذات القرون القصيرة والتى تتبع عائلة Acrididae ويتكون هذا العضو كما فى الشكل (٥٩) من غشاء طبلى يظهر بوضوح فى انخفاض على جانبى الحلقة البطنية الاولى ويحاط هذا الغشاء بطبقة جليدية ، ويوجد أمامه مباشرة ثغر تنفسى يتصل بكيس هوائى كبير يلتصق بالسطح الداخلى التى تكون انتفاخا يعرف بعض موار Mullers organ يخرج منه العصب السمعى Auditory nerve الذى يتصل بالحلقة الصدرية الثالثة .



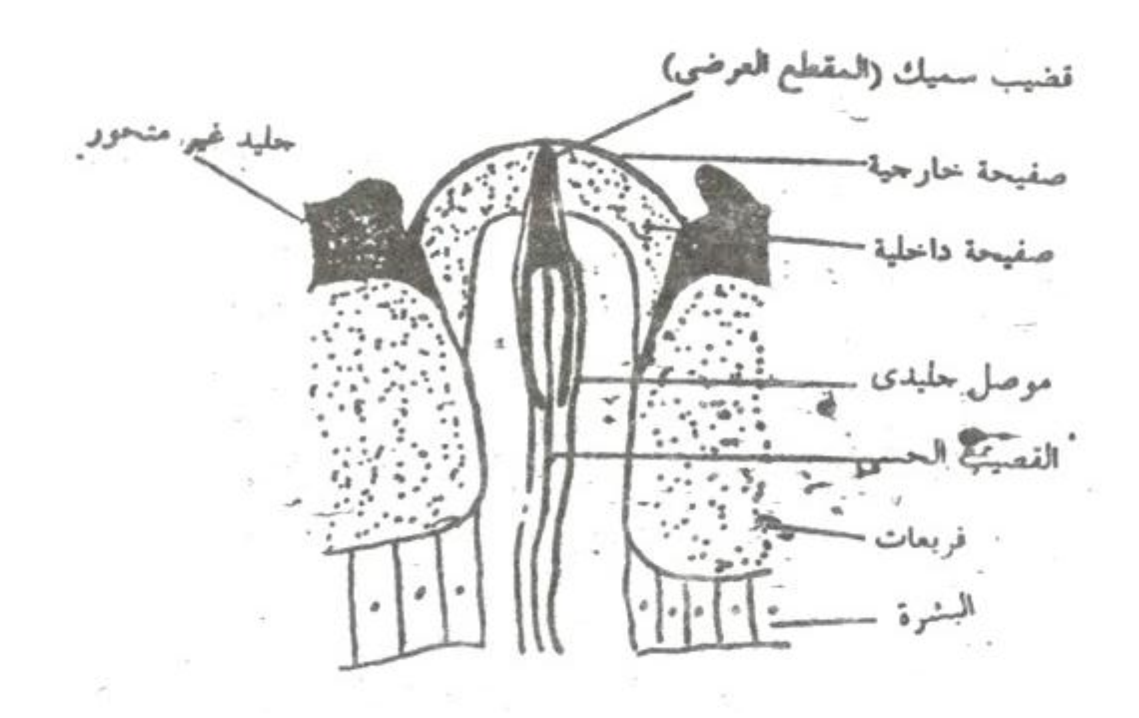
شكل (٥٩) مقطع عرضى خلال قاعدة الساق الأمامية يوضح ترتيب أعضاء الحس الطبلية

كما يوجد أيصا زائدتان جليديتان تصنعان زاوية منفرجة ، ويوجد بمنتصف المسافة بينهما عضو أخر دقيق ينتهى بحوصلة كمثرية الشكل يملؤها سائل. ومن شأن هذه التراكيب الملتصقة بالسطح الداخلى للغشاء الطبلى أن تمكنه من نقل الذبذبات الصوتية إلى الجهاز العصبى الذى يترجمها فورا ويصدر أوامره بالاحتياطات اللازمة تجاه هذا الموقف.

هذا وتوجد لحشرات عائلة الجراد ذى القرون الطويلة أعضاء سمع مثل التى سبق بيانها مع ملاحظة أنها توجد أسفل شق طولى Silt- Like Opening على قصبتى كل من الرجل الامامية حيث تؤدى إلى جهاز طبلى.

٢- الشعيرات الحسية ذات القبو(الجرسية) Campanifrom sensillae:

تنتشر هذه الشعيرات على أماكن خاصة من سطح الجسم ، وتظهر كمساحات بيضاوية الشكل أو مستديرة مقوسة شفافة تحيط بها حواف كيتينية سميكة وداكنة شكل(٦٠) فتوجد هذه الشعيرات على سيقان الارجل الخلفية للصرصور الامريكى كما توجد على قاعدة دبوس التوازن فى الذباب ثلاث مجاميع من هذه الشعيرات ويوجد تغليظ كيتينى على المحور الطولى للقبو، كما أن وجود هذه الشعيرات يفيد الحشرة فى الاتزان . كما يوجد أسفل القبو خليتان متميزتان من خلايا البشرة أحدهما كبيرة تكون القبو والاخرى صغيرة تساعدها وتوجدأيضا خلية عصبية ذات قطبين يتكون من أحدهما (القريب للقبو) قضيب حسى Scolopale.



شكل(٦٠) مقطع تخطيطى خلال شعيرة جرسية

وما دمنا قد تعرضنا لحاسة السمع فإن الحديث يجرنا إلى التعرف على سماع الحشرات بعضها بعضا. فمن الحشرات ماله القدرة على إحداث أصوات قد تكون وسيلة للتفاهم أو الغزل الجنسى يصدرها الجنسان معاأويتخصص فى إصدارها الذكور فقط وتحدث الحشرات أصواتا بصور شتى نذكر مايلى:

١- القرع Tapping كما فى حفارات الخشب والنمل الابيض، حيث تنقر الحشرة الارض أو سطح الخشب برأسها فتحدث صوتا خافتا.

٢- الترتيب: ويعنى امرار جزء من الجسم على جزء اخر فيعمل عمل الربابة وذلك كما فى ذكور صراصيرGryllidae حيث يصدر الصوت عن طريق إمرار الحافة الخلفية للجناح الامامى على السطح السفلى للجناح الخلفى فينبعث صوت شبية بالصفير.

أما فى الجراد والنطاطات فتحتك الحافة الخلفية للجناح الامامى بنتوءات مسننة على الفخذ الخلفية ينبعث صوت على أثرها. وأما حشرة فرقع لوز فتحدث أصواتا عن طريق زائدتى صفيحة الصدر الامامى الظهرية على الصدر الاوسط.

٣- الاهتزاز: قد تهتز الاجنحة بصورة منتظمة وسريعة من شأنها إصدار أصوات كما هو الحال فى حشرات الذباب والبعوض.

٤- يقوم عضو السمع الجرسى فى ذكور السيكادا من رتبة نصفية الاجنحة بإصدار أصوات ،حيث يوجد زوج من الاغشية الطبلية على أسفل البطن ويتصل بالغشاء عضو داخلى قوى يستطيع جذب الغشاء للداخل ثم يتركه فجأة ليصدر عن ذلك صوت حاد.

٥- يكفى اندفاع الهواء من القصبات الهوائية إلى الثغور التنفسية لملكات النحل أثناء طيرانها فى حفلة الزفاف، يكفى لإحداث صوت خاص شبيه بالصفير.

ثانيا: مراكز إستقبال المؤثرات الكيماوية Chemorecptors:

ويقصد بمراكز إستقبال المؤثرات الكيماوية تلك الاعضاء التى بواسطتها يتمكن الحيوان من إدراك مايحيط به من المواد الكيماوية ويمثلها مراكز الشم ومراكز الذوق ومراكز إدراك المواد الكيماوية المهيجة مثل الأمونيا. فبواسطة هذه الاعضاء تتعرف الحشرات على غذائها المفضل أو تفر هاربة من عدويتربس بها دائرة السوء. وبالرغم من إنتشار هذه الاعضاء إلا أنها توجد بصفة خاصة على كل من قرون الاستشعار،أجزاء الفم والارجل. ومن الصفات الهامة التى تميز تلك الاعضاء هى أن النهاية العصبيةالبعيدة تخترق جليد الشعرة فى عدة مواضع، أى أنها تترك القضيب الحسى Solopale وتمتد فى جسم الشعرة.

ويتشابه كل من أعضاء الذوق والشم إلى حد كبيرمن الناحية الظاهرية غير أن إعضاء الشم تمتاز بشدة حساسيتها وقد يرجع ذلك إلى إتصال عضو الشم بعدد أكثر من الخلايا العصبية فى عضو التذوق مع أن كلا النوعين يمتازان بان جليده رقيق.

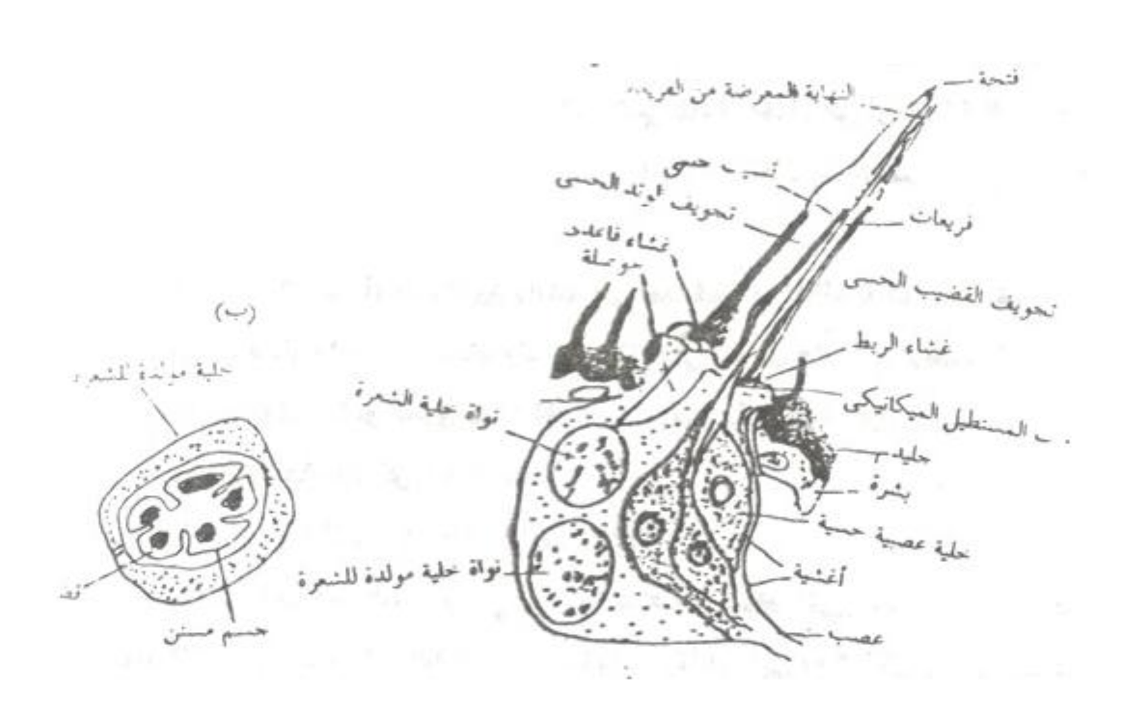
وسنتاول هذه المراكز وفقا لما يلى:

١- مراكز الشم Olfactoreceptors:

وتتركز أعضاء الشم غالبا فى قرون الإستشعار . وقد تكون استجابة الحشرات للمواد الكيماوية استجابة سالبة أو موجبة فتنجذب يرقانات أبى دقيق الكرنب نحو نباتات الكرنب كما تنجذب ذبابة الدروسوفيلا نحو المواد المتخمرة وكذلك الجعال حينما تنجذب روث الماشية حيث تضع بيضها فيه . وتنجذب ذكور الفراشات إلى إناثها بواسطة الروائح التى تفرزها الاناث وقد تحمل مراكز الشم على الملامس الشفوية والفكية كما فى حشرات الصرصور الامريكى ، وبالاضافة إلى ذلك فإن الحشرات تهتدى إماكن وضع البيض والتعرف على العائل وتتعرف على أفراد نوعها فى حالة الحشرات الإجتماعية Social insects كالنحل والنمل . ويمكن الإستفادة من هذه الظاهرة فى مكافحة الأفات وذلك بوضع مواد ذات رائحة جذابة أو طاردة لإقتناص أو طريد الحشرات الضارة.وهناك عدة أنواع من تلك الأنواع المستخدمة فى الشم :

أ-   الشعيرات المخروطية Sensory pags or basiconic sensillae

وتوجد على قرون إستشعار وملامس كثير من الحشرات مثل الصراصير والقمل شكل (٦١) وهى وتدية الشكل كما توجد مجموعة من هذه الشعيرات الوتدية فى نقر العقلة الثالثة من قرن الإستشعار الذبابة والملامس الشفوية لأباء دقيق.



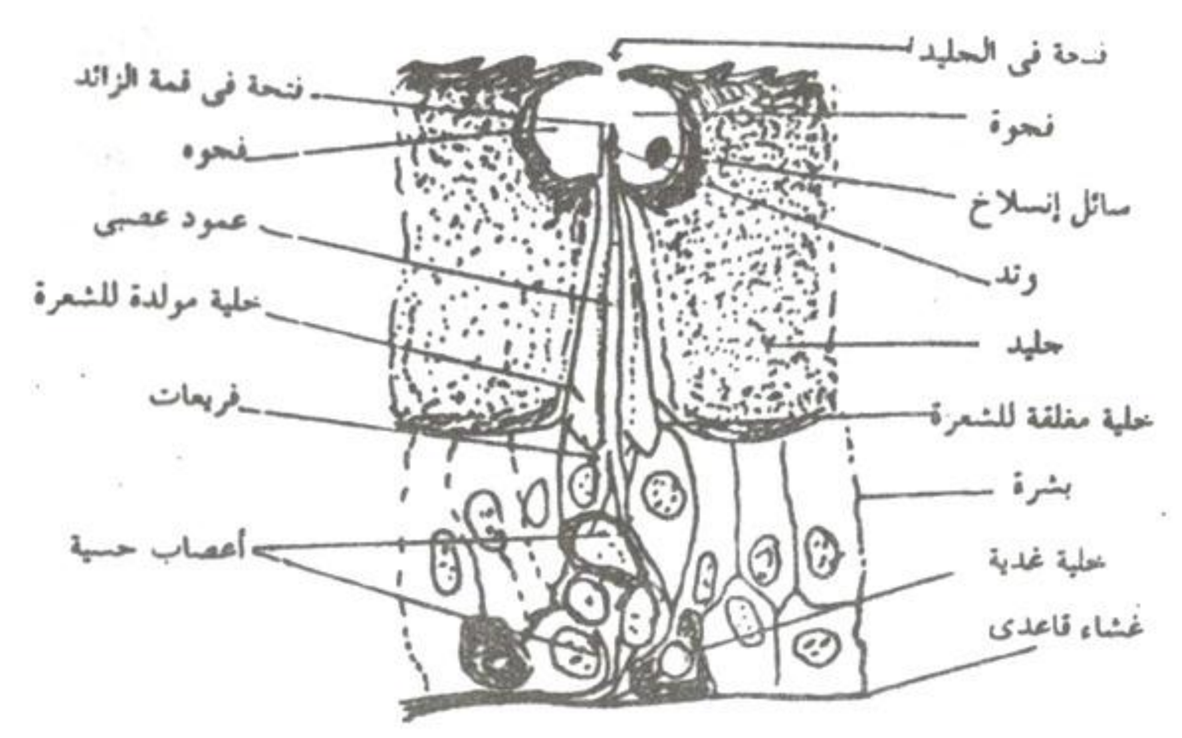
شكل (٦١) أ - رسم تخطيطى للشعرة الحسية المستقبلة للكيماويات فى ذبابة Phormia ب - مقطع عرضى خلال القضيب الحسى للشعرة تقريبا قريب من قاعدة الشعرة يوضح إنغماد القضبان الحسية بين القريعات

ب-   شعيرات الشم ذات الحفرة Coeloconic hairs:

شكل (٦٢) وتوجد على قرون إستشعار النطاطات وعلى فكوك النحل.

ج- الشعيرات الشمية المحيطية Olfactory hairs:

وتوجد على كل من عقل رسغ وشفية ذبابة مسرى وقرون إستشعار كل من الزنابيروالنحل.



شكل (٦٧) رسم تخطيطى لشعرة مخروطية التجويف فى قرن استشعار النطاط

د- الصفائح المثقبة Pore plates:

وتوجد هذه الصفائح على قرون إستشعار كل من المن وذكور شغالات نحل العسل وقد تكون مستديرة الشكل أو بيضاوية ذات جليد رقيق وتوجد على حوافها ثقوب.

٢- مراكز الذوق Gustoreceptors:

وتأتى فى المرتبة الثانية وقد يطلق عليها المستقبلات الكيماوية عن طريق اللمس Contact chemoreceptors وتتذوق الحشرة المادة الكيماوية إذا مالمستها لمسا مباشرا وهى فى صورة محلول أو سائل. وتوجد أعضاء الذوق هذه حول فتحة الفم كما فى حشرات النمل ، أو قاعدة اللسان كما فى شغالات نحل العسل ، أو تكون موجودة فى قاع سقف الحلق كما فى يرقانات حرشفية الاجنحة، وقد توجد على قرون الاستشعار ، كما أن الرسغ يلعب دورا كبيرا فى تذوق الحشرات كما فى حشرات أبى دقيق وذبابة الدروسوفيلا والذبابة المنزلية ، فإذا ماوقف أبو دقيق قريبا من عصير حلو المذاق فإنه لن يحس به ولن يتذوقه إلا فى اللحظة التى يلمس فيها العصير بأرساغه فعندئذ يمكنه أن يدرك أنه طعام شهى . ومن أمثلة هذه الأعضاء:

شعيرات الحس الكيماوية Chemosenory trichoidsensillae:

وهى شعيرات متحركة طويلة نوعا وتمتاز بأن فراغها مقسم إلى جزئين أحدهمامغلق من قمته وأما الأخر فيوجد به القضيب الحسى وهذا التجويف مفتوح من قمته حيث توجد به الزوائد الحسية التى عن طريق لمسها للمواد الكيماوية السائلة يحدث لديها الإحساس بالتذوق.

٣-مراكز إستقبال المواد المهيجة Irritoreceptors:

وقد يطلق عليها أيضا شعيرات الذوق والشم Common chemicalsense

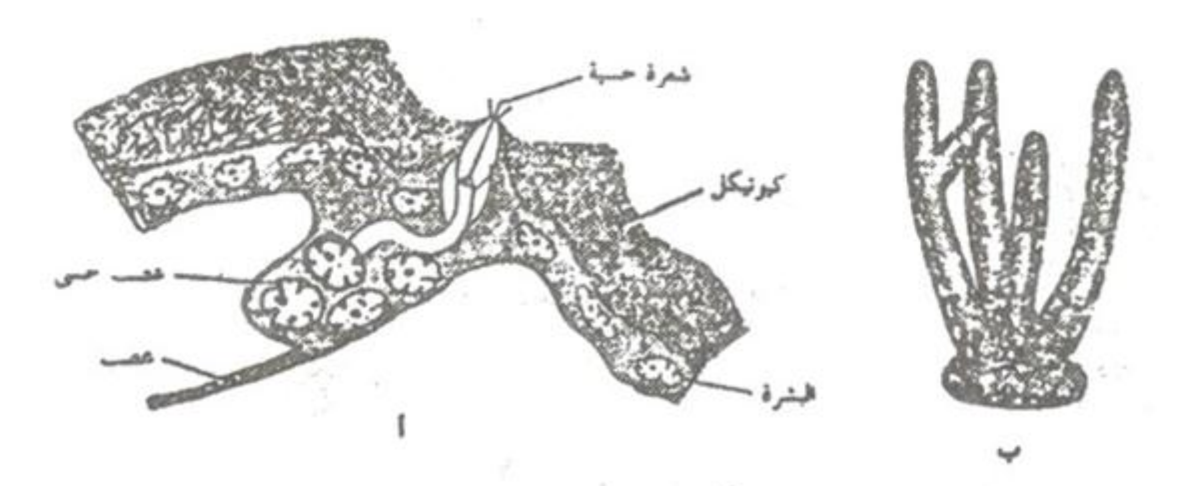
وتنتشر هذه الأعضاء على أجزاء الجسم التى سبق بيانها وتتخصص فى إستقبال تأثيرات المواد المهيجة Irritat substances مثل الأمونياوهى عبارة عن شعيرات رقيقة قد تكون طويلة أوقصيرة وليست قابلة للحركة ويتكون جدارها من طبقة رقيقة من الكيتين وقمتها مفتوحة ويصل إلى هذه القمة تفرعات عصبية تقوم بوظيفة الحس كما سبق بيانه.

ثالثا مراكز إستقبال الإشعاعات Radioreceptors:

ويقصد بها تلك الأعضاء التى تحتل أماكن على جسم الحشرة كى تدرك كلا من الموجات الحرارية أو درجة البرودة ويطلق عليها معا thermorecetors وهى تلعب دورا هاما ، وكذلك تلك تقوم بترجمة الإشعاع كرؤية الإشياء .

١- مستقبلات الحرارة Thermoreceptors:

وتحمل مستقبلات الحرارة على قرون إستشعار الحشرات . فالنمل حساس جدا لأى تغير فى درجة الحرارة ، وبظهر ذلك واضحا حينما تنخفض درجة حرارة العش إلى حد ما فإن الكبار تقوم على الفور بنقل الأطوار الغير يافعة إلى مناطق أخرى بالعش لم تتغير درجة حرارتها ، وكذلك يأثر الذباب والبق الماص للدماء بتذبذبات درجة الحرارة ، وتوجد مستقبلات الحس لدى بقة Rhodnius على قرون الإستشعار ، وبصفة عامة فإن الطفيليات الماصة للدماء التى تتطفل على الإنسان مثل القمل والبق لها مستقبلات حرارية نامية بوضوح. أما أعضاء الحس الخاصة بالرطوبة فهى أعضاء شعرية Tuft organs شكل (٦٣-أ،ب) توجد حفرة صغيرة على قرون الإستشعار وتتكون من تركيب رقيق على شكل شعيرات دقيقة كما فى النمل وخنافس الدقيق من جنس*Triobliu*m.



شكل (٦٣) عضو Tuft الموجود على قرن استشعار Peduiculus (ب) مستقبلات الرطوبة المتفرعة الموجودة على قرن استشعار Tribolium

مستقبلات الضوء Photoreceptors :

تستقبل الحشرات الضوء من خلال العديد من أعضاء الحس، ولكن أهم عضو يقوم بهذا الصدد هو العوينات والعيون المركبة Ocelli and Compound eyes وسنتكلم عن كل منهما فيما يلى :

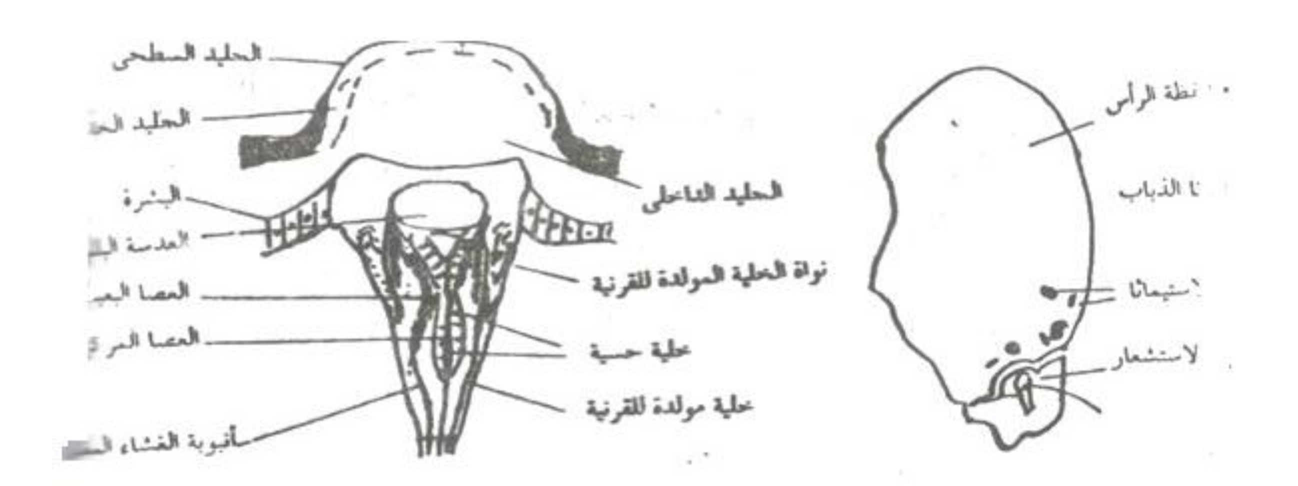
أ- العوينات أو العيون البسيطة Ocelli or simple eyes :

ويطلق هذا الاصطلاح على الوحدات البصرية المفردة والتى توجد فى الأطوار الغير يافعة أو اليافعة حتى مع وجود العيون المركبة ويوجد منها نوعان :

١- العوينات الظهرية Dorsal ocelli :

ونعنى بها الوحدات البصرية التى توجد على رؤوس الحشرات المجنحة اليافعة كالنمل والصراصير حيث تعرف فى هذه الحالة بالكوى الحساسية Fensestrae وتوجد هذه العوينات فى ثلاث نقاط لو وصلت بينهما لتكون مثلث.

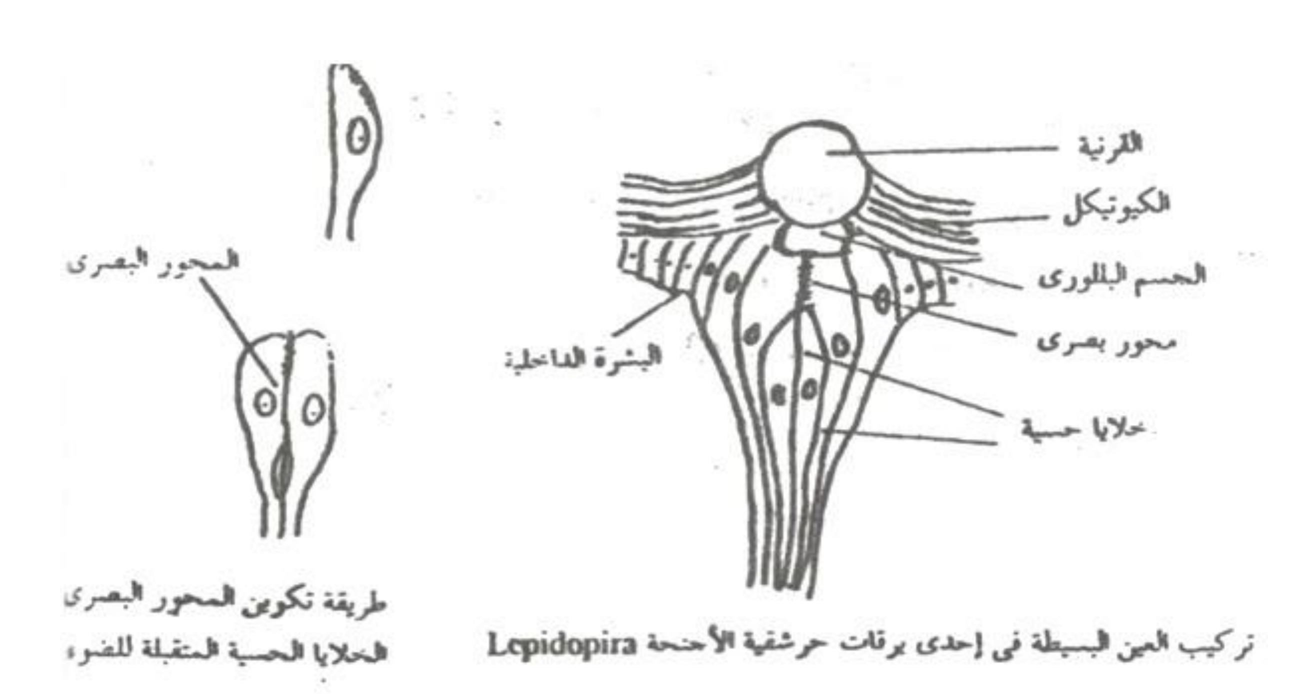
وتتركب العوينة الظهرية بصفة عامة كما فى شكل (٦٤) من عدسة جليدية شفافة تسمى القرنية Cornea ويوجد أسفلها مجموعة خلايا لتكوين القرنية Comeagen cells وتتصل محاورها بالعصب العوينى Ocellar nerve.



شكل (٦٤) منظر جانبى لرأس يرقة توضح مواضع المبصرات الجانبية، ب مقطع فى الاستيماتا

٢- العوينات الجانبية Lateral ocelli :

وتوجد فى الأطوار الغير يافعة للحشرات كاملية التبدل، وتوجد على جانبى الرأس وتختلف أعدادها باختلاف أنواع الحشرات فقد تصل إلى ٧ على كل جانب. وتتكون كما فى شكل (٦٥) من :



شكل (٦٥) يوضح تركيب العين البسيطة والخلايا الحسية المستقبلة للضوء

(١) القرنية Cornea.

(٢) الطبقة مولدة القرنية Crneal layer.

(٣) الشبكة Retina.

وهى مجموعة من الخلايا الحسية البصرية ذات الشكل المغزلى توجد أسفل الخلايا المولدة للقرنية مباشرة وتنتهى أطرافها بألياف عصبية تتجمع معاً لتكون العصب البصرى Optic nerve وبتجمع خليتان أو ثلاثة حول قضيب بصرى Rhabdom ويتكون بذلك وحدة تسمى الشبكية Retinula.

(٤) الخلايا الصبغية Pigment cell :

وهى مجموعة الخلايا التى تنتشر بين الشبكية وعلى حواف الخلايا المولدة للقرنية وتكسب العوينة ظلمة تمكنها من تميز المرئيات نظراً لامتلاء تلك الخلايا بالحبيبات الملونة القاتمة أو السوداء. وقد يطلق عليها القزحية Iris وتشبه العوينة الجانبية وحدات العيون المركبة وهى لا تستطيع إلا تمييز النور من الظلام.

ب- العيون المركبة Compounde eyes :

وتوجد هذه العيون على جانبى رأس كل من الحوريات والحشرات اليافعة لمعظم الحشرات وإن كانت قد توجد بصورة مضمحلة فى البعض الآخر كالقمل وأخذت هذه التسمية من احتوائها على عدد من الوحدات البصرية يطلق عليها Ommatidia شكل (٦٦) ويختلف باختلاف الأنواع فقد تكون وحدة مفردة كما فى النحل وقد تحوى الآلاف من تلك الوحدات فقد تصل ثمانية وعشرين ألف وحدة كما فى الرعاشات. وقد تنقسم العين الواحدة إلى جزئين بحيث يخيل للرائى أن للحشرة زوجين من الأعين كما فى حشرة Gyrinus من رتبة غمدية الأجنحة وتتركب الوحدة العينية مما يلى :

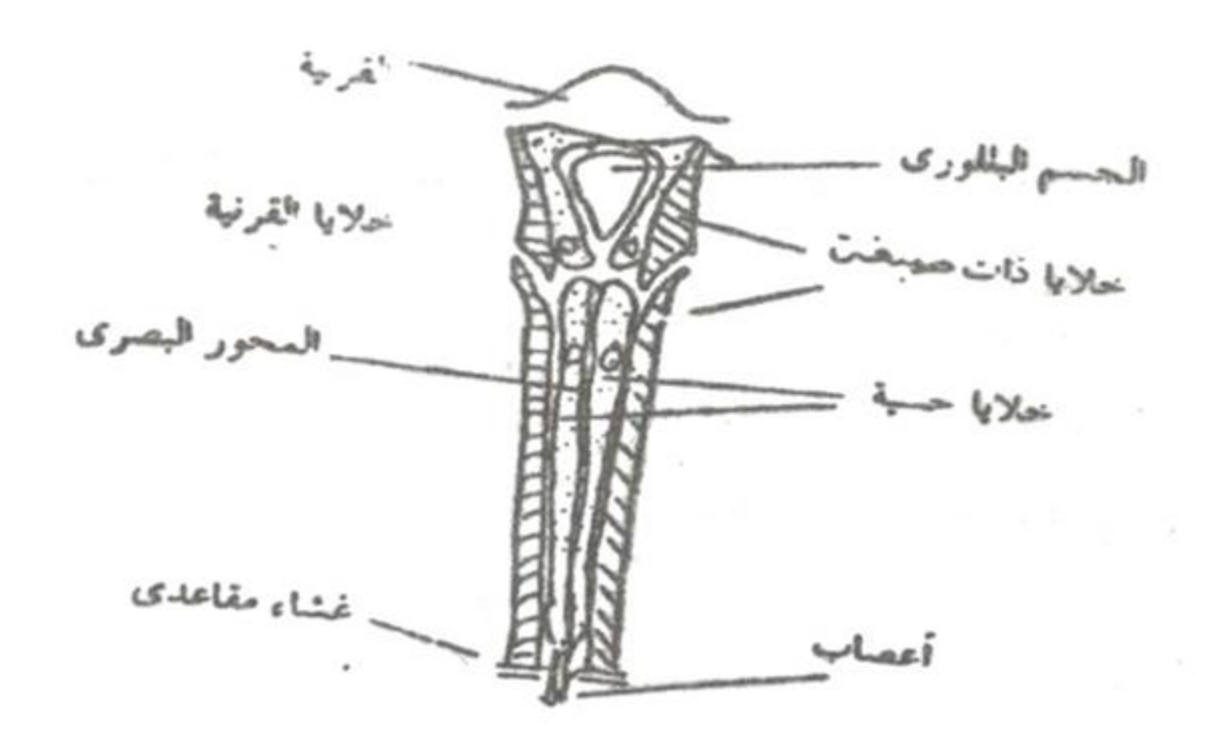
١- جهاز التركيز :

١- القرنية Cornae وهى الجزء السطحى الشفاف وهى محدبة الوجهين.

٢- الطبقة المولدة للقرنية Corneagen layer :

وتتكون من عدد محدود من خلايا البشرة وهى مسئولة عن تكوين القرنية.

٣- خلايا المخروط البللورى Crystalline cone cells وتلى الطبقة السالفة وتتكون من أربع خلايا وتسمح بمرور الأشعة الضوئية دون حدوث أى انكسارات بها.



شكل (٦٦) إحدى الوحدات البصرية فى العين المركبة

٢- جهاز الاستقبال Receptive system ويتكون من :

١- الشبكة Retinulum وتتكون من سبع خلايا بصرية تحتوى أصباغاً ومنها يتكون الجزء القاعدى للوحدة العينية وتتجمع فى شكل دائرة ويخرج من كل منها عصب يصلها بالفص البصرى المخى.

٢- الجهاز الصبغى Pigmental system ويشمل كلا من :

١) الخلايا القزحية الأولية Prymaryaris cells خلايا مستطيلة مليئة بحيبات ملونة وتوجد حول المخروط البللورى.

٢) الخلايا القزحية الثانوية Secodaryaris cells :

وهى خلايا مستطيلة ممتلئة بحبيبات الصبغة وتحيط بكل من الشبكة وبخلايا القزحية الأولية وبذلك تعزل الوحدة العينية عن الوحدات المجاورة وترتكز قواعد الوحدات البصرية على غشاء قاعدى تنفذ خلال ثقوبه الألياف العصبية للشبكيات وكثيراً ما تنفذ قصيبات هوائية دقيقة.

ومن الملاحظ أن أعين الحشرات التى تنشط ليلاً بها بطانة عاكسة Tapetum reflecting كحشرات فصيلة Neoctuidae ومن شأن هذه البطانة أن تعكس الأضواء التى ضلت طريقها إلى الوحدات البصرية وتعيدها على تلك الوحدات وهى عبارة عن مجموعة من القصيبات الهوائية

الطولية الدقيقة التى تيحط بالوحدات البصرية للعيون المركبة بحيث تملأ المسافات التى بينها. وتعمل تلك البطانة أيضاً على استقبال الإضاءة الأحيائية.

أنواع العيون المركبة Types of compound eyes :

وتقسم الأعين المركبة على أساس وجود المخاريط البلورية إلى :

١- عيون ذات مخاريط حقيقية Eucone eyes ويوجد فى كل وحدة بصرية من هذا النوع مخروط بلورى حقيقى بمعنى أنه قد يكون جسماً صلباً عاكساً ويتكون داخل الخلايا المخروطية وتتجمع أنوية هذه الخلايا فى الجزء الأمامى من المخروط. ويوجد هذا النوع فى كل من رتبتى الحشرات ذات الذنب الشعرى ومستقيمة الأجنحة وبعض الرتب الأخرى شكل (٦٧-أ).

٢- العيون ذوات المخاريط الكاذبة Pseudocone eyes :

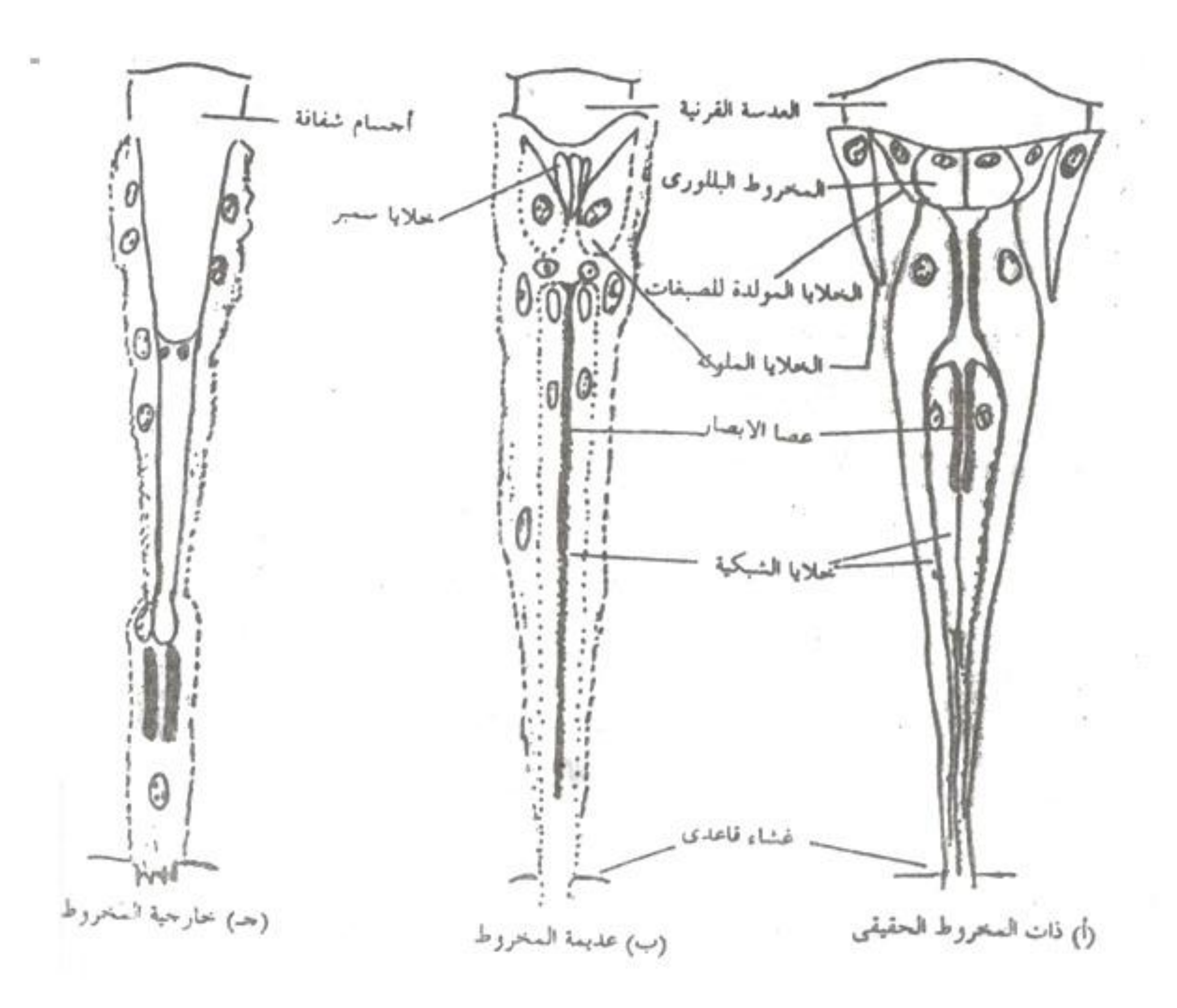
ولا يوجد فى هذا النوع مخاريط بلورية للوحدات البصرية. وتمتلئ خلايا المخروط الأربع بمادة شفافة نصف سائلة توجد أمام الأنوية ويوجد هذا النوع فى رتبتى Bruchcera ودائرية الانشقاق Cyclorrhapha من ذات الجناحين.

٣- عيون عديمة المخاريط Acone eyes :

وفى هذا النوع توجد الخلايا المخروطية المستطيلة الشفافة ولكنها لا تفرز أى نوع من المخاريط السابقة (البلورى أو السائل). وتوجد مثل هذه العيون فى حشرات جلدية الأجنحة، ونصفية الأجنحة وغمدية الأجنحة وذات الجناحين شكل (٦٧-ب).

٤-العيون ذات المخاريط الخارجية Exocone eyes:

وفى هذه الحالة تنبعج القرنية للداخل لتكون تركيباً جليدياً يستقر أمام خلايا المخروط الحقيقية التى لم تمتد إليها يد التحوير. ويوجد هذا النوع فى بعض أنواع الحشرات غمدية الأجنحة والجلدية الأجنحة شكل (٦٧-جـ).



شكل (٦٧) الأنماط المختلفة من الصوتيات أ- ذات المخروط الحقيقى Eucone فى ذات الذنب الشعرى ب- عديمة المخروط Acone فى بعض غمدية الأجنحة جـ- خارجية المخروط Exocone فى بعض غمدية الأجنحة

الرؤية لدى الحشرات :

تنحصر الوظيفة الرئيسية للعين البسيطة فى تمييز الضوء من الظلام، كما أن مقدرة تلك العيون على تمييز الألوان محدودة وتختلف من نوع لآخر.

أما العيون المركبة فتتم فيها الرؤية تبعاً لنظرية التبقع Mosaic فهى لا تستطيع تحديد الصورة التى تستقبلها ولكنها تستطيع بسهولة تحديد التغيير الذى يحدث فيها، وبمعنى أدق فهى تحدد تحرك الأشياء التى أمامها وتستخدم ذلك فى تحديد صورتها فحوريات الرعاش لا تنقض على فرائسها مالم تكن تلك الفرائس فى حالة حركة. وكذلك الحال فى ذكور الفراشات حيث لا تنجذب إلى الإناث إلا إذا كانت فى حالة حركة.

اما استجابة الحشرات للضوء Phototropism فقد تكون سالبة أو موجبة.

الهرمونات الحشرية Insect hormones

الهرمونات الحشرية هى عبارة عن مواد طبيعية تفرزها غدد خاصة تقع داخل أجزاء معينة من جسم الحشرة. ويطلق عليها الغدد الصماء Endocrine glands، وتنشأ هذه الغدد الصماء من منطقة الاكتوديرم فى المراحل الجنينية المبكرة، ثم لا تلبث أن تهاجر إلى موضعها فى الجسم لتصبح فى شكل أعضاء محددة تحديداً جيداً (Wigglesworth) وعندما تفرز هذه الغدد تلك المواد فإنها سرعان ما تصل إلى أجزاء الجسم المختلفة عبر السائل الدموى Hemolymph فى صورة رسائل كيماوية بكميات وتركيزات تتناسب مع احتياجات الجسم فى إحداث التأثير الوظيفى المزمع. ولا شك أن ذلك يختلف من عملية حيوية لأخرى.

ويرجع إطلاق كلمة Hormone أى المثير، على هذه المواد إلى كل من Byliss Starling، (١٩٢١) وبالرغم من عدم دقة هذه الكلمة، فما يزال استخدامها شائعاً حتى الآن.

وتلعب الهرمونات أدواراً بارزة فى حياة الحشرات نظراً لأنها تهيمن على مختلف العمليات الحيوية اللازمة لحياة الحشرة من نمو ونشاط وحركة وسكون، إذا ما تم إفراز هذه المواد بصورة طبيعية، أما إذا حدث اختلال فى هذه المواد سواء أكان طبيعياً أو صناعياً عن طريق تدخل الإنسان عن قصد أو غير قصد فإن ذلك يؤدى إلى اختلال هذه العمليات واضطرابها. وفى ذلك ما فيه من التأثير الضار على حياة الحشرة إلى الحد الذى يعرضها للهلاك.

وقد استغلت هذه الناحية فى مكافحة الحشرات عن طريق معاملتها بمواد مصنعة مشابهة لبعض هذه الهرمونات محدثة بها تلك الآثار الضارة تفادياً لأخطار التلوث بالمبيدات التقليدية.

انتقال الهرمونات إلى أماكن عملها فى جسم الحشرة :

يتم نقل الرسائل الكيماوية (الهرمونات) إلى مواضع عملها فى جسم الحشرة وتحت سيطرة الجهاز العصبى بأى من الطريقتين التاليتين :

أ- عن طريق الخلايا العصبية المفرزة Neurosecretory cells

ويتم ذلك عن طريق ما تقوم به الخلايا العصبية المفرزة من إنتاج لحبيبات كروية دقيقة من مادة البروتين على صورة ببتيدات عديدة Polypeptides تتراوح أقطارها بين ١٠٠و ٣٠٠ ميكرون، ويتم نقل هذه الحبيبات عبر محاور هذه الخلايا العصبية حيث تصل إلى الموضع المستهدف التأثير عليه والذى تصله النهايات الطرفية لهذه الخلايا المفرزة. أى أن هذه المواد الكيماوية المنتجة بهذه الصورة تقوم بإحداث تأثير موضعى فى العضو أو الأعضاء المستهدفة.

فعلى سبيل المثال : يتم تنظيم ضربات القلب فى الحشرة عندما يتم وصول إفرازات تلك الخلايا إلى عضلات القلب عن طريق النهايات الطرفية لهذه الخلايا مروراً بمحاورها العصبية.

ب- الانتقال عن طريق السائل الدموى :

ويتم تأثير الهرمونات على الأنسجة المستهدفة عقب وصولها إليها بأى من الطريقتين التاليتين :

أ- طريقة التأثير المباشرة :

وفى هذه الطريقة يتم نقل الهرمون إلى موضع عمله فى الجسم بصورة مباشرة، وغالباً ما يكون ذلك فى الهرمونات التى تفرزها الخلايا العصبية المفرزة ذات المحاور العصبية والزوائد الانتهائية كتلك التى تنظم ضربات قلب الحشرة عن طريق وصول الهرمون الخاص إلى عضلات القلب وكذلك تأثير هرمون المخ على خلايا الصدر الأمامية.

ب- الطريقة غير المباشرة :

ويحدث ذلك فى الحالات التى يحتاج إتمامها لوجود عدة هرمونات يتم افرزاها فى اماكن مختلفة حيث لايكون تاثير الهرمون الاول الذى يلزم لبدء العملية مباشرا فى اتمام هذة العملية وانما يقوم بتنبيه عضو آخر أو غدة أخرى للقيام بإفراز هرمون آخر يصل إلى مكان التأثير فى العضو أو النسيج المسهدف كما هو الحال فى إفراز كل من هرمون الشباب Juvenile hormone والانسلاخ Moulting hormone حيث تقوم الهرمونات العصبية التى تفرزها خلايا البطانة الظهرية للمخ وهى ما يعرف بـ "هرمون المخ .Brain h" تقوم بالتأثير على كل من غدتى الصدر الفؤادية والألانية من خلال تنشيط أو تثبيط قدرتيهما الإفرازية تبعاً لنوع العمل المطلوب.

أنواع الهرمونات الحشرية Types of insect hormones :

أولاً : هرمونات المخ Brain hormones :

يتم إفراز هذه المواد طبيعياً بواسطة الخلايا الإفرزية العصبية التى تقع فى الجزء الظاهرى من مقدم المخ ويطلق عليها Nourosecretoty ويعتبر الهرمون المؤثر على نشاط الغدد الصدرية الأمامية Prothoracic-tropic hormone واختصاره (PTTH) وهو أهم هذه الهرمونات وقد أمكن استخلاص هذه المادة من أمخاخ يرقات ديدان الحرير *Bombyx mori*.

فقد تضاربت الآراء حول طبيعة هرمونات المخ هذه، ففى الوقت الذى يرى فيه بعض الباحثين أن لهذه المواد خواص اللبيدات فإن البعض الآخر يرى أن لها طبيعة بروتينية فهى ببتيدات عديدة Polypetide وقد حدث هذا التضارب بناء على طرق الاستخلاص المتبعة وخواص المواد المتحصل عليها.

وبناء على ذلك فإننا نوجز أهم خواص هذه المركبات فيما يلى :

١- أمكن تحضير هذه الهرمونات على صورة بلورية عند استخدام كحول الاثيانول فى الاستخلاص وذلك بتنقية الجزء المذاب.

٢- تنصهر هذه البلورات على درجة حرارة ١٤٢ف.

٣- أمكن تحضير هذه المركبات بالإذابة فى الماء ووجد أنها ذات طبيعة بروتينية.

٤- تعتبر المركبات البروتينية حساسة لإنزيم Protease.

٥- لهذه المركبات أوزان جزيئية تتراوح بين ٧٠٠٠-٤٠٠٠٠.

أهمية هرمونات المخ :

تلعب مجموعة هرمونات المخ أدواراً ملحوظة فى مختلف النواحى الوظيفية لأعضاء الحشرات تمثل عملية التشكيل Morphogenesis والنمو Groth والتناسل Reproduction وتنظم عمليات النمو البطئ فى مرحلة السكون Dormancy بصوره المختلفة كما تقوم بتنظيم ضربات القلب وإدرار البول Diuresis أو احتباسه Antidiuresis، كما تغزى إليها التغيرت اللونية وعمليات الأيض الوسيط.

ثانياً : هرمونات الانسلاخ Multing hormone :

توجد عدد خاصة داخل حلقة الصدر الأمامى تتكون من خيوط عقدية من الخلايا التى تحصرها القصبيات الهوائية قريباً من الثغور التنفسية، وتقوم هذه الغدد بإفراز هذه الهرمونات عقب تنبيه هرمونات المخ لها، وأول من استطاع عزل هرمون Ecdyson وهو أحد هرموز الانسلاخ (الباحث Karlson ١٩٥٣)، وقد تمكن من تحضيره على صورة بلورية، كما وجد أيضاً أن هناك أربع صور من هذا المركب هى بمثابة متشابهات له وهى :

1- Ecdysone.

2- B-ecdysone.

3- Hydroxyecdysone.

4- Dihydroxyecdysone.

وتقوم غدد الصدر الأمامى فى الحالة العادية بإفراز هرمون Ecdysone ولا يلبث هذا الهرمون أن يتحول إلى هرمون B-Ecdysone عند وصوله إلى مكان آخر من أنسجة الجسم، وعلى ذلك فإن النشاط الحيوى لكل من هذين المركبين يصعب تقديره داخل الجسم ويلعبان أدواراً محددة ومنفصلة فى حياة الحشرة حيث أن الفا اكديسون يبدأ دورة الانسلاخ بينما بيتا أكديسون يقوم بتنظيم العمليات التالية مثل ترسيب الجليد.

أما هرمون الهيدروكس أكديسون فيقوم بدور هام فى عملية تخليق الجنين.

أهمية هرمونات الانسلاخ :

١- تقوم بتنبيه خلايا البشرة كى تتضخم إبان بدء مرحلة الانسلاخ.

٢- تعمل على تكوين الجليد الجديد.

٣- يتآزر كل من هرمون المخ وهرمون الشباب وهرمون الانسلاخ فى إتمام عملية الإنسلاخ بنجاح، بمعنى أن هرمون المخ يهيئ الجسم للإنسلاخ فتقوم الحشرة ببعض الظواهر السلوكية التى تنبئ عن استعدادها لخوض مرحلة هامة فى حياتها كالكف عن تناول الطعام لبعض الوقت، واللجوء إلى مكان هادئ تلتقط فيه أنفاسها وتستجمع قواها، فى حين تبدأ هرمونات الإنسلاخ فى إحداث آثارها الفعالة، وفى نفس الوقت فإن هرمون الشباب المفرز بعد ذلك يعمل على الحد من تأثيرات هرمونات الإنسلاخ بطريقة تظل فيها صفات الأطوار غير اليافعة قائمة بعد الإنسلاخ، وفى الوقت نفسه لا يقوم هرمون المخ بدوره كاملاً إلا فى العمر الأخير من الأطوار غير اليافعة حيث يتلاشى نشاط غدة الصدر الألاتية وتتحول الحشرة إلى الطور اليافع.

ثالثاً : هرمونات الشباب Juvenile hormones :

هى مجموعة من الهرمونات التى تفرزها الغددالصماء (غدد الجسم الكروى)

Corpora allata ويرجع الفضل فى اكتشاف هذه المركبات على العالم Williams (١٩٥٦) حيث تم استخلاصها من صدور الذكور اليافعة لفراشات ديدان الحرير من جنس Cecropia وخنافس Tenebrio ويوجد لهذه الهرمونات مشابهات حيوية يطلق عليها جميعاً

Jh-mimics Juvenile hormone analogu.

أهمية هرمونات الشباب :

١- وجود هذه الهرمونات ضرورى لنمو وتطور الأعمار غير اليافعة مثل اليرقات والحوريات.

٢- تعمل على تنشيط ترسيب المح فى البيض.

٣- تلعب دوراً هاماً فى عمليات التمثيل الغذائى ممثلاً فى إفراز إنزيمات الهضم وتمثيل الدهون وتكوين البروتين التنفسى.

٤- تتحكم فى نشاط هرمونات الإنسلاخ.

٥- تتحكم فى توجيه السلوك الجنسى عن طريق تنظيم الجاذبات الجنسية المعروفة باسم Phermones.

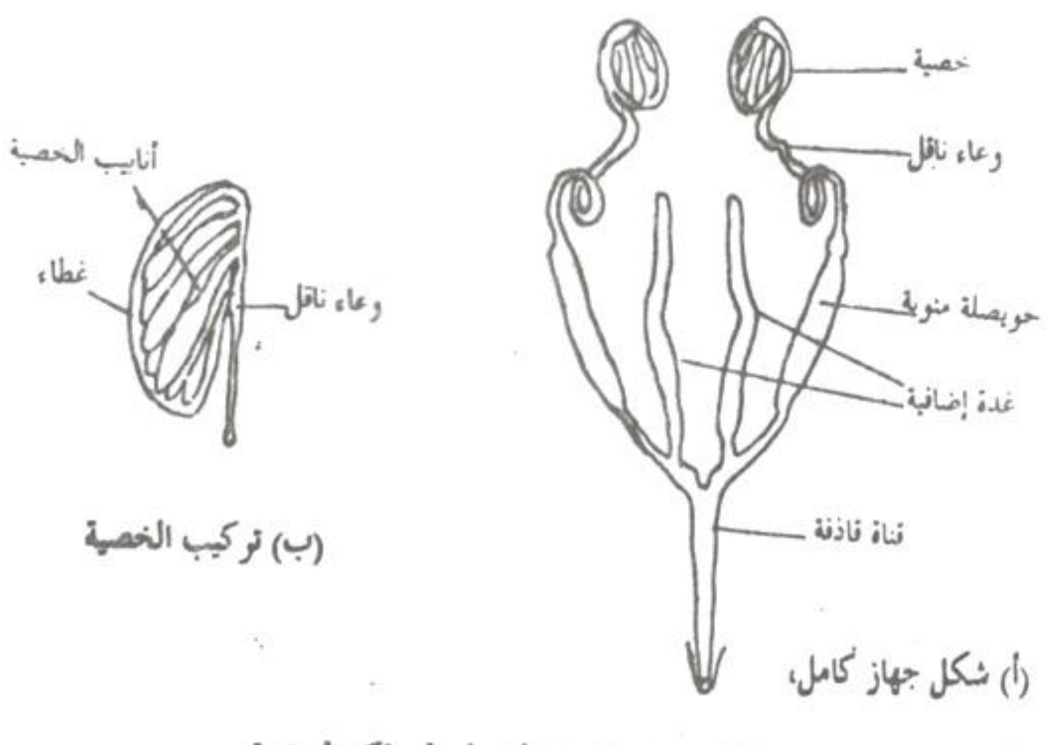
سادساً : الجهاز التناسلى The Reproductive system

يتم التكاثر فى الحشرات عن طريق التزاوج بين كل من الذكر والأنثى، حيث أن الجنس منفصل فى هذه الكائنات فى الغالب الأعم. ويتركب كل من الجهاز التناسلى فى الذكر والأنثى من زوج من الغدد الأصلية Gonads ويلحق بها قنوات إضافية داخلية. وكذلك غدد إضافية. وتنشأ الغدد الأصلية وملحقاتها الداخلية من طبقة الجسم الوسطى الجنينية Mesoderm أما نهايات تلك القنوات كمهبل الأنثى وقناة الذكر القاذفة فلقد نشأتا من طبقة الجسم الخارجية الجنينية وهما يشبهان المسلك الفمى والمعبر الشرجى فى نشأتهما، وعليه فإن تلك الأجزاء تبطن بطبقة جليدية رقيقة، وسنتناول كل جهاز بالشرح والتفصيل على حدة.

أولاً : الجهاز التناسلى الذكرى

The Male Reprodictive System

ويتركب الجهاز التناسلى لذكر الحشرات شكل (٦٨) ما يلى :

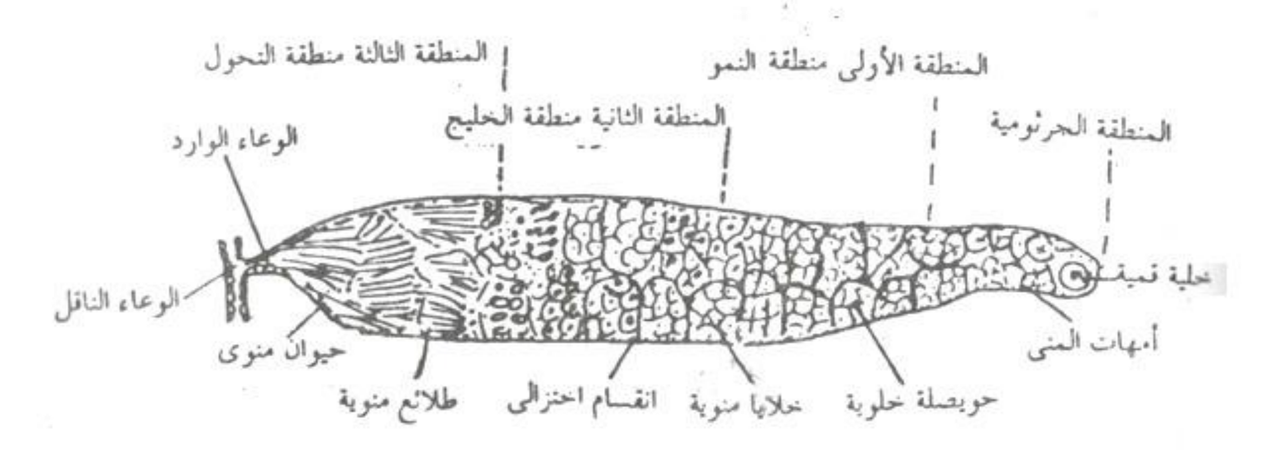


شكل (٦٨) الجهاز التناسلى فى ذكر الحشرة

أولاً : الأعضاء التناسلية الأساسية Essential reproductive organs :

١- الخصيتان Testes :

والخصية هى الغدة التناسلية فى الذكر، وهى عبارة عن جسم بيضى الشكل تقريباً يتركب من عدة حويصلات خصوبة وهذه الحويصلات تختلف اختلافاً بينا فى أشكالها وأعدادها بل وفى ترتيبها تبعاً لاختلاف الحشرات. وتأخذ الخصية مكانها فى التجويف الدموى البطنى إما على جانبى القناة الهضمية أو فوقها أو تحتها. ويثبت الخصى فى أماكنها كل من الأجسام الدهنية والقصيبات الهوائية التى تتخللها وقد توجد كل خصية منفصلة عن الأخرى تماماً كما قد تتحدان معاً ويضمهما غلاف واحد يعرف بالصفن Scrotum كنتيجة لنمو الغلاف البريتونى المغلف للحويصلات. ولا توجد تلك الحالة الأخيرة إلا فى أعداد قليلة من الحشرات مثل حرشفية الأجنحة والجراد. وتتركب الحويصلة لنمو الخصوبة (المنوية) شكل (٦٩) من طبقة الخلايا الطلائية تبطنها من الداخل وتعتمد خلاياها على غشاء قاعدى تحيط به طبقة من نسيج ضام.



شكل (٦٩) شكل توضيحى لحويصلة خصوية مبينا مراحل تكوين الحيوانات المنوية

وتتميز الحوصلة إلى عدة مناطق متتالية تبعاً لمراحل نمو الخلايا التناسلية الذكرية وبيان هذه المناطق كما يلى :

(أ) المنطقة الجرثومية: Germarium or zone of spermatogonia

وهى المنطقة القمية للحويصلة وتحتوى على الخلايا الجرثومية أو ما يعرف بمولدات المنى Primordial germ cells أو أمهات المنى Spermatogonia وهى خلايا مستمرة الانقسام.

(ب) منطقة النمو : Zone of growth (spermatocytes) :

وهى المنطقة التى تلى السابقة، وفيها تكبر أحجام أمهات المنى السابقة وتنقسم عدة انقسامات غير مباشرة وتنمو لتكون الخلايا المنوية Spermatocytes. وتوجد كل مجموعة منها داخل كيس Cyst أو حوصلة.

(جـ) منطقة النضج والانقسام الاختزالى Zone of maturation & reduction.

وتلى السابقة وفيها تنقسم الخلايا المنوية انقساماً مباشراً لتكون أصول الحيوانات المنوية Spermatids أو ما يعرف بالطلائع المنوية وهى حيوانات منوية عديمة الذنب.

(د) مرحلة التشكيل Zone of transformation

وهى آخر مناطق الحوصلة وفيها تأخذ الحيوانات المنوية وشكلها النهائى فتصبح مذنبة Flagellated spermatozoa.

ثانياً : الأعضاء التناسلية الإضافية

Accessory reproductive organs

ويقصد بالأعضاء التناسلية الإضافية مجموعة الأنابيب الداخلية التى تعبرها الحيوانات المنوية بعد انفصالها من الخصى وتشمل :

١- الوعاء الناقل Vas deferense :

ويتصل بكل خصية فى نهايتها قناة رفيعهة تختلف فى طولها باختلاف الحشرات. وقد نشأت من المنطقة الجنينية المتوسطة Mesoderm وتفتح الحويصلات الخصوية فى الوعاء الناقل مباشرة وهذا هو الغالب الأعم، وقد تفتح كل حويصلة فى أنبوبة دقيقة تدعى الوعاء المصدر Vas efferens كما يصلها الوعاء الناقل ويتضخم الوعاء الناقل عند نهايته الخلفية مكوناً الحوصلة المنوية Vesiculaseminalis كما فى حشرات ذات الجناحين. ويتكون الوعاء الناقل من طبقة من الخلايا الطلائية تتلوها طبقة من الألياف العضلية ثم غلاف من الغشاء البريتونى.

٢- القناة القاذفة Ejaculatory duct :

وهى قناة عضلية قصيرة تتكون من اتحاد نهايتى القناتين القاذفتين ويتكون جدارها من طبقة من الخلايا الطلائية ثم طبقتين عضليتين الخارجية منهما دائرية والداخلية طولية، والقناة القاذفة انبعاج لجدار الجسم تبطنها طبقة جليدية رقيقة وتعبرها الحيوانات المنوية مروراً إلى آلة السفاد.

ثالثاً : ملحقات الجهاز التناسلى الذكرى

Appendages of male reproductive system

١ـ غدد الذكر الإضافية The male glands :

يلحق بالجهاز التناسلى الذكرى نوع من الغدد الإضافية قد تكون أنبوبة الشكل أو حوصلة، وتفتح هذه الغدد فى الوعاء الناقل إذا كانت تشأتها الجنينية كنشأته (أى ميزودرمية) كما فى حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة، ويطلق عليها حينئذ Mesadenia أو تفتح فى القناة القاذفة إذا كانت متشابهة معاً فى النشأة (اكتوديرمية) كما فى الحشرات الغمدية الأجنحة وتدعى حينئذ Ectadenia كما قد يوجد النوعان معاً فى حشرة واحدة كما فى خنفساء الجريش *Tenebrio moletor* وما هذه العدد إلا انبعاجات من القنوات التناسلية التى تلحق بها. ومن الملاحظ أن هذه الغدد تغيب من الحشرات عديمة الأجنحة وأنواع الذباب من جنس *Musca* و*Tabanus*وتوجد فى بقية الحشرات ولكنها تختلف من حيث العدد فقد تكون زوجاً فى بعض الحشرات أو تكون زوجين كما فى دودة ورق القطن أو تكون خمسة عشر زوجاً كما فى الجراد والنطاطات. وقد تفوق الحصر كما فى غدة عيش الغراب Mashroom – Shaped فى الصرصور الأمريكى ..

وتختلط إفرازات هذه الغدد مع الحيوانات المنوية وفى بعض الحشرات تفرز تلك الغدد إفرازات كيسية الشكل يطلق عليها المستودعات أو الحوامل المنوية Spermatophores وتخزن فيها الحيوانات المنويةلحين إتمام عمية التلقيح، وتأخذ هذه المستودعات أشكالاً مختلفة فمنها ما يتكون فى الجراب التناسلى للأنثى Bursa capulatrix كما فى حشرات حرشفية الأجنحة ومنها ما يتكون خارج الأنثى كما فى الحشرات ذات الذنب الشعرى.

٢ـ عضو التلقيح أو آله السفاد :

ولقد سبق الحديث عنها.

ثانياً : الجهاز التناسلى الأنثوى

The female reproduction system

ويتركب الجهاز التناسلى الأنثوى من المكونات الآتية :

أولاً : الأعضاء التناسلية الأساسية : Essential repriductive organs:

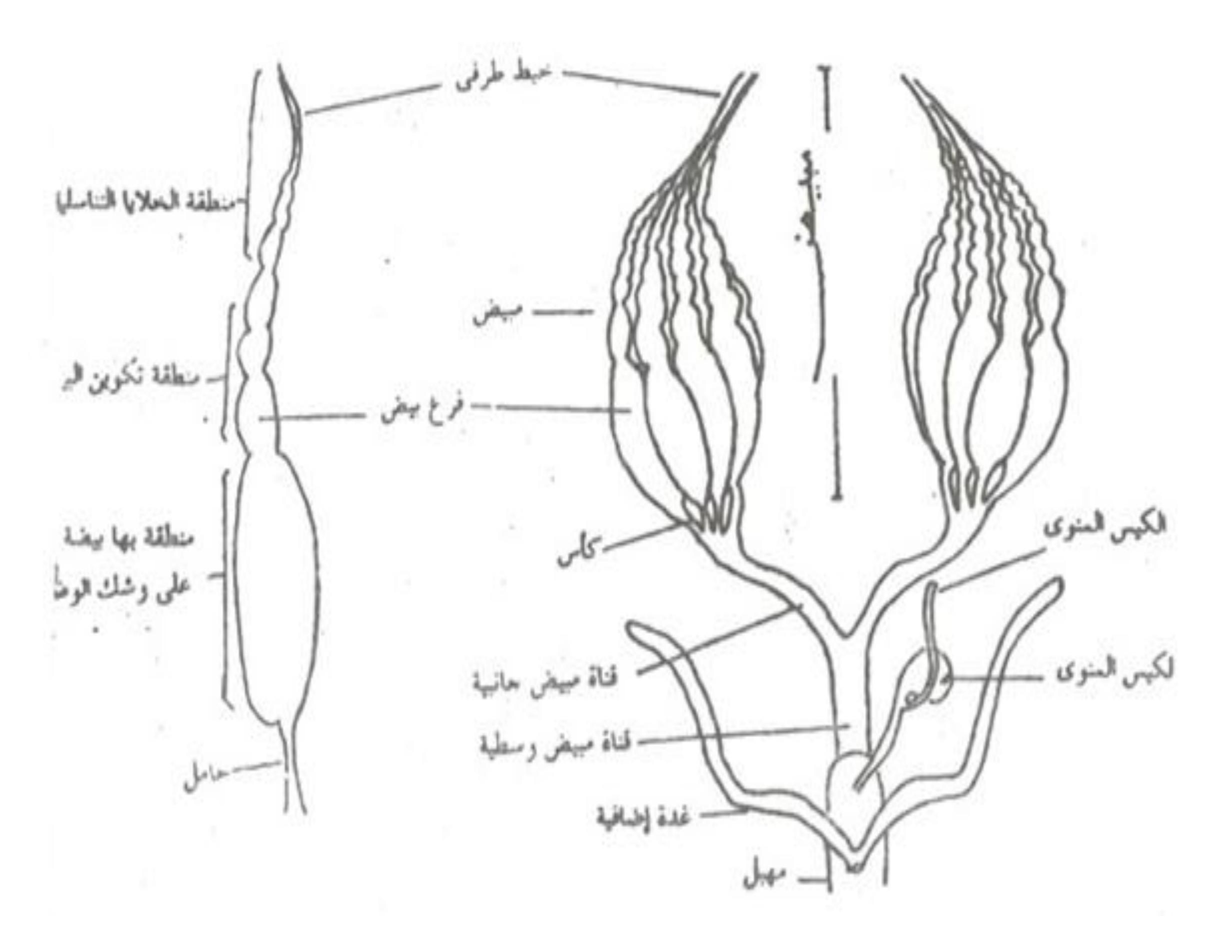
١- المبيضان Ovaries :

ويقعان فى التجويف الدموى البطنى على جانبى القناة الهضمية من أعلى، ويتركب كل منهما من عدد من الفريعات المبيضية Ovarioles التى تختلف باختلاف أنواع الحشرات. فقد يتكون المبيض من فريع واحد كما فى الحشرات التى لا تنتج أفراداً كثيرة مثل ذبابة التسى تسى *Glossina* Sp. وهى حشرة ولودة Viviparous.

أما فى حشرات البرغش وبعض أنواع غمدية وغشائية الأجنحة فيوجد بكل مبيض فريعان، وفى حرشفية الأجنحة يوجد بكل مبيض أربعة فريعات وثمانية فى الصرصور الأمريكى. أما الحشرات التى تضع بيضها بكميات وفيرة كالنمل فيصل عدد تلك الفريعات ٢٠٠ فرع بكل مبيض فى حين يوجد فى النمل الأبيض ٢٤٠ أنبوبة.

هذا وقد تنعدم الأنابيب أو الفريعات فى بعض الأحوال ويصبح المبيض كيساً لا يظهر فيه أى ترتيب مسلسل لمراحل نمو البيض كما فى الحشرات القافرة بالذنب، كما قد يضمحل أحد المبيضين فى حين لا يبقى فى المبيض الآخر إلا فريع واحد كما فى المن.

ويتركب جدار الفريع المبيضى من طبقة من الخلايا الطلائية الداخلية تعتمد على غشاء قاعدى يحيط به من الخارج غلاف بريتونى من نسيج ضام وقد يحتوى على ألياف عصبية. ويتكون فريع المبيض من مناطق متميزة من الأمام إلى الخلف كما يلى شكل (٧٠):



شكل (٧٠) يوضح الجهاز التناسلي في أنثي الحشرات

١- الخيط الطوفى Terminal filament :

وهو امتداد رفيع للغلاف البريتونى المغلف لفريع المبيض، وتتحد خيوط فريعات المبيض الواحد لتكون رباطاً يثبت المبيض عن طريق ربطه فى جدار الجسم، وقد يتحد رابطا المبيضين ليتكون منهما وسطى مشترك Median syspensory ligament يربط المبيضين أما بجدار الجسم أو بالجسم الدهنى أو بغشاء الحاجز الظهرى. هذا وقد تنعدم تلك الروابط فى بعض أنواع الحشرات وتصبح خيوط الفريعات سائبة فى فراغ الجسم.

٢- المنطقة الجرثومية Germarium :

وهى قمة الفريع المبيضى وفيها تتميز طلائع الخلايا البيضية Premordial germ cells or Oogonia إلى خلايا مشيجية أولية تخصص فى الأصل لتكوين الخلايا البيضية Oocytes والخلايا المغذية Nutritive cells trophocytes.

٣- المنطقة المحية Vitellarium :

وتتلو المنطقة السابقة وتكون معظم حجم فراغ الفريق المبيضى ويرى داخلها سلسلة متعاقبة من الخلايا البيضية تحتل كل منها جزءاً خاصاً يعرف بالحجرة البيضية الحوصلية Follicular egg-chamber يبطنها نسيج طلائى حوصلى وتفرز خلايا الحوصلة هذه قشرة البيضة. وعندما تصل البيضة إلى آخر مراحل نموها تنفجر الحوصلة وتقذف المبيض الجانبية وعندئذ يهبط جدار الحوصلة وتظل فى سويقات الأنابيب المبيضية مكونة ما يعرف بالجسم الأصفر Corpus luteum كما يوجد بين الخلايا البيضية مجاميع من الخلايا المغذية تمد البيض أثناء تكوينه بالمادة المحية اللازمة. ولهذا جاءت تسمية هذه المنطقة بالمنطقة الحية.

٤- سويقة الأنبوبة المبيضية أو الفرع المبيضى Pedicel or ovariole stalk :

وهى أنبوبة رقيقة الجدران تصل ما بين الفريع المبيض وقناة المبيض الجانبية.

وتنقسم الفريعات المبيضية من حيث وجود أو غياب الخلايا المغذية وكذلك أماكن وجودها فى الفريع إلى القسمين الرئيسين التالين :

١- فريعات تخلو من الخلايا المغذية :

وفى هذا النوع تغيب الخلايا المغذية من الفريع المبيض وفى هذه الحالة يتكون مح البيضة من الدم عن طريق الخلايا الحوصلية ا لمبطنة للحجرة الحوصلة، ويوجد هذا النوع فى إناث الحشرات عديمة الأجنحة ومستقيمة الأجنحة ومتساوية الأجنحة والرعاشات (اليعاسيب) والبراغيث.

٢- فريعات بها خلايا مغذية :

ويقصد بها تلك القريعات التى توجد بها خلايا مغذية ويمكن تقسيم هذه الفريعات إلى نوعين أيضاً تبعاً لمناطق تواجد تلك الخلايا المغذية.

أنواع الفريعات المبيضة Types of ovarioles organs :

تنقسم الفريعات المبيضة من حيث وجود أو غياب الخلايا المغذية وكذلك أماكن وجودها فى الفريع على القسمين الرئيسين التاليين :

١- فريعات تخلو من الخلايا المغذية Panoistic type :

وفى هذا النوع تغيب الخلايا المغذية من الفريع المبيضى، وفى هذه الحالة يتكون مح البيضة من الدم عن طريق الخلايا الحوصلية المبطنة للحجرة الطلائية الحوصلة، ويوجد هذا النوع فى إناث الحشرات عديمة الأجنحة والمستقيمة الأجنحة ومتساوية الأجنحة والرعاشات (اليعاسيب) والبراغيث.

٢- فريعات بها خلايا مغذية Merosistic type

ويقصد بها تلك الفريعات التى توجد بها خلايا مغذية، ويمكن – تقسيم هذه الفريعات إلى نوعين أيضاً تبعاً لمناطق تواجد الخلايا المغذية.

أ- فريعات بها الخلايا المغذية طرفيه Acrotrophic or telotrophicovarioles :

وهى هذا النوع توجد الخلايا المغذية فى قمة أو طرف الفريع بين الخلايا الجرثومية وتمتد منها زوائد بروتوبلازيمة يطلق عليها الأحبال المغذية Nutritive cords وتقوم بتوصيل المح إلى الخلايا الجرثومية. وتوجد مثل هذه الفريعات فى الحشرات نفسة الأجنحة ورتيبة Polyphaga من غمدية الأجنحة.

ب- فريعات ذات مواضع تغذية متعددة Polytrphicovarioles

ويوجد فى هذا النوع خلايا مغذية تتبادل الوضع مع الخلايا البيضية، بحيث تتجمع الخلايا المغذية فى حجرات تفصل عن الخلايا البيضية باختناقات واضحة تتلاشى هذه الاختناقات فى الحشرات الحرشفية الأجنحة وذات الجناحين وفى هذه الحالة تغلق الحوصلة المحيطة بالبيضة بمثل هذه الخلايا المغذية.

ثانياً : الأعضاء التناسلية الإضافية :

١- القنوات التناسلية The genital ducts :

أ- قناة المبيض Oviduct يوجد لكل مبيض قناة جانبية الوضع Lateral oviduct تفتح فيها الأطراف القاعدية للأنابيب البيضية، وقد تتسع هذه القناة فى منطقة اتصالها بسويقات الفريعات المبيضية مكونة ما يعرف بالكأس Salyx أو كيس البيض Ovisac كما فى الحشرات الغشائية الأجنحة المتطفلة وبعض الحشرات الأخرى، وتنشأ القناة الجانبية هذه من الطبقة الميزوديرمية، وقد تمتد كل من القناتين الجانبيتين على حدة دون اتحاد لتفتحا بفتحات مستقلة على الصفيحة البطنية السابعة كما فى ذباب مايو

ولكن الوضع الشائع فى الحشرات هو أن تتحد القناتان الجانبيتان فى قناة وسطية مشتركة Median common oviduct وهى عبارة عن انغماد لجدار الجسم الداخلى وتتركب من طبقة طلائية يحيط بها غشاء قاعدى ثم طبقة عضلية قوية.

ب- المهبل Vagina وهو جزء متسع تفتح فيه القناة المشتركة وتركيبة شبيه بتركيب القناة المشتركة ويزيد عنها أنه مبطن بطبقة جليدية رقيقة وينتهى المهبل بفتحة وضع البيض Ovipore وتقع تلك الفتحة إما على الصفيحة البطنية السابعة كما فى إبرة العجوز أو تكون مختفية داخل الحجرة التناسلية أسفل الصفيحة البطنية الثامنة كما فى معظم الحشرات، وتعرف الفتحة الخارجية للحجرة التناسلية بفتحة التلقيح Copulatory opening (vulva) وقد يتسع المهبل ليكون حجرة داخلية شبيهة بالرحم Uterus كما فى الحشرات ذات الجناحين الولودة حيث تتم حضانة اليرقات فيه بعد النَّقف (الفقس).

ثالثاً : ملحقات الجهاز التناسلى الأنثوى

The appendages female reproductive system

١- الغدد الإضافية :

ويوجد من هذه الغدد زوج أو زوجان وتفتح قريباً من قاعدة المهبل، وهى ذات أهمية ملحوظة ووظائف عديدة حيث تستخدم إفرازاتها فى لصق البيضة بالقشرة بمجرد نزولها إلى المهبل وقد تستخدم إفرازاتها فى الدفاع كإفرازات الغدد السامة فى بعض حشرات غشائية الأجنحة فهى غدد إضافة متحورة.

٢- القابلة المنوية Spermatheca :

كيس صغير يصله بالجدار الظهرى للمهبل قناة مستودعة Spermatheacal duct وهو مخصص لتلقى الحيوانات المنوية بحيث يلقح البيض الذى يصل المهبل تباعاً ولفترة طويلة حيث يوجد به سائل حافظ ولا تحتاج الحشرة إلى تكرار الجماع كما فى ملكات النحل. وينشأ المستودع المنوى من الطبقة الأكتوديرمية للحلقة البطنية الثامنة وهو يشبه المهبل فى تركيبه وتبطنه طبقة جليدية رقيقة داكنة اللون.

٣- كيس الجماع Bursa copulatryx :

وهو كيس صغير يتصل بالمهبل أيضاً وفائدته استقبال الحيوانات المنوية فور عملية الجماع وقبل أن تصل نهائياً إلى القابلة المنوية.

٤- ملحقات الجهاز التناسلى الخارجية :

وقد تم بيانها عند الحديث على آلة وضع البيض.

التلقيح Mating

ويقصد بهذه العملية التقاء كل من ذكر الحشرات بأنثاه بعد بلوغ كل منهما مرحلة النضج الجنسى، ويلزم لاتمام هذه العملية اقتراب كل منهما من الآخرة والتعرف عليه، ويتم هذا التدانى بواسطة نداءات أو إشارات جنسية مختلفة يقوم بها أحد الجنسين أو كلاهما وأهم تلك الوسائل الجذابة ما يلى :

١- تفرز إناث بعض الحشرات مواد كيماوية ذات روائح خاصة لا تلبث الذكور عند اشتمامها أن تقترب رويداً من تلك الإناث كما فى الحشرات حرشفية الأجنحة.

٢- تقوم ذكور بعض الحشرات بإحداث أصوات تفهمها بنات نوعها ثم لا تلبث أن تلبى النداء. كما فى صرصور الغيط.

٣- تنبعث من إناث الحشرات المضيئة ومضات ضوئية أثناء الليل تستطيع الذكور تمييزها والاستجابة لها، وقد تنبعث تلك الأضواء من كلا الجنسين، وقد وهب الله هذه الكائنات القدرة على تمييز تلك الأضواء حتى مع اختلاطها بغيرها، بل أن هذه الحشرات من الدقة بحيث تميز الفترة التى يستغرقها إرسال الإشارة الضوئية وكذلك الفترات التى تتخلل تلك الومضات، إذ أنها ثابتة للنوع الواحد، فإذا ما اعطى الذكر إشارته الضوئية ولم تجبه الأنثى بإشارة مماثلة بعد ثانيتين فقط عند درجة حرارة ٢٥ أدرك لتوه أن فتاته لا تقطن هذا الحى، وعليه إذا أن لا يضيع وقته سدى بل يطير إلى حال سبيله عله يجد من تستجيب لتلبية ندائه بعد ثانيتين بالكمال والتمام، كما أن اللون المنبعث دور كبير فى هذا الصدد، أضف إلى ذلك أن ألوان الحشرات ذاتها عامل هام من عوامل الجذب الجنسى كحشرات آباء دقيق.

نقل الحيوانات المنوية Insemination :

يتم نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلي الأنثي بصورة حرة في رتب الحشرات الراقية وأما بالنسبة لرتب الحشرات بدائية التطور فيتم نقل الحيوانات المنوية داخل أكياس خاصة :

أ – الانتقال بواسطة الأكياس المنوية (حوامل النطاق)

Transfer of sperm via-spermatophrone :

يضع الذكر الأكياس المنوية علي المواد التى تعيش عليها الأنثي حيث تقوم بالتقاطها ومن نافلة القول أن توفر الرطوبة عامل أساسي لنجاح نقل هذه الأكياس حيث تحتفظ النطاف بحيويتها ولا تتأثر بالجفاف.

وهناكك نوع أخر من حوامل النطاف الحقيقية التى تتكون داخل الجهاز التناسلي الذكري، ثم يقوم الذكر بوضعها داخل الأنثي مباشرة أثناء التزاوج كما في حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة، وجلدية الأجنحة، وشبكية وحرشفية الأجنحة.

ب- الانتقال المباشر للمنى Direct sperm transfer

١) فى معظم الحشرات يقوم الذكر بوضع حيواناته المنوية بصورة حرة ومباشرة إلى الأنثى حتى يتم حقن هذه الحيوانات على عمق كاف داخل القابلة المنوية للأنثى Spermatheca كما فى البعوض ونحل العسل على سبيل المثال.

٢) ادخال الحيوانات المنوية عن طريق جدارالجسم مروراً بتجويف الجسم Haemolic insemination.

لوحظ أن بعض حشرات البق التابعة لفصيلة Cimicidae لا يتم فيها انتقال الحيوانات المنوية من الذكر إلى الأنثى بالطريقة السابقة، وإنما يوجد عضو خاص يطلق عليها رجل الحيوانات المنوية Spermaleg الذى يقوم بنقل الحيوانات المنوية لا عن طريق الفتحة التناسلية للأنثى وإنما عن طريق وخز جدار الجسم فتصل الحيوانات المنوية إلى تجويف البطن فى الأنثى ثم تصل إلى القابلة المنوية وقناة البيض.

انتقال الحيوانات المنوية فى الأنثى Passage of spermatozoa within the female تتحرك الحيوانات المنوية بعد إفراغها داخل الفتحة التناسلية للأنثى على القابلة المنوية، هذا فى أنواع الانتقال المباشر للنطاف.

أما فى حالات النقل بواسطة حوامل النطاف فإن تحرك الحيوانات المنوية داخل الأنثى يأخذ صوراً شتى :

– ففى الصراصير تخرج الحيوانات المنية إلى القابلة خلال دورة قصيرة عندما تصل تلك الحيوانات إلى الصمام Valva.

- وفى حرشفية الأجنحة تنساب تلك الحيوانات المنوية إلى القابلة المنوية حيث تتحطم الأكياس عقبوصولها إلى الأنثى بواسطة بعض التراكيب الخاصة.

الأخصاب Fertilization :

هو العملية التى يتم فيها اتحاد كل من نواتى الحيوان المنوى والبويضة ليتكون بذلك اللاقحة (زيجوت)، ويتم هذا الاخصاب إما فى فريعات المبيض فى بق الفراش، أو أثناء مرور البيض خلال قناة المبيض كما أن لبعض الحشرات القدرة على استقبال حيوانات الذكر المنوية وتخزينها فى المستودع المنوى حيث تخرج منه على فترات لتخصب البيض تباعاً كما هو الحال فى ملكات النحل، وإذا كنا قد عرفنا الإخصاب على هذا النحو فتجدر بنا الإشارة إلىالصور المختلفة التى يتم عن طريقها تكاثر الحشرات حيث أنها تأخذ عدة أشكال كما يلى :

أولاً : التكاثر التزاوجى Sexual reproduction :

وحيث أن الجنس منفصل فى معظم الحشرات فلا بد من التقاء كل من الذكر والأنثى ليتم التزاوج والإخصاب ثم التكاثر. وهذا النوع من التكاثر هو الغالب الأعم فى الحشرات، ويغلب فيها كذلك أن تضع بيضاً ولكن القليل ينجب صغاراً كما هو الحال فى بعض أنواع الذباب.

وإذا كان العلماء قد ذكروا أن الحيوانات أما ولودة Viviparous أو بيوضة Oviparous يعنى تضع بيضاً يستغرق فترة حضانة تنقف بعد انقضائها. فإننا نرى أن الحيوانات كلها بيوضة، إذ أن أصل الحيوانات جميعاً هو البويضة ولكن الذى يحدث هو اختلاف فى مدة وضعها من الأم بعد عملية الإخصاب وذلك مبنى على مقدار ما تحتويه من الغذاء اللازم لجنين فإذا ما كانت البويضة بسيطة أى لا تحتوى إلا على الجرثومة الحية بالإضافة على قدر ضئيل من المح Yolk لا يفى باحتياجات الجنين فلابد إذا من أن تمكث البويضة فترة تكفى لتكوين الجنين فى مراحله الأولى، ويتم ذلك بالتصاق البويضة فى جدار عضو خاص مجهز لاستقبالها وهو الرحم Uterus حيث يستمد الجنين غذاءه من دم الأم على أن تمكث البويضة داخل هذا المستقر حتى يكتمل نمو الجنين فيدفعه الرحم خارجه ليرى النور. وأما إذا كانت البيضة مركبة وهى التى يجتمع فيها بعد التلقيح قدر من المواد الغذائية يكفى تكوين الجنين ثم تغلف تلك المحتويات بغلاف جامد نوعاً يدعى القشرة فإن الأنثى تدفع بها إلى الخارج على تلك الحال لتمكث فترة بنقف بعدها الجنين.

ثانياً : التكاثر اللاتزاوجى Asexual reproduction

ونعنى به جميع صور التكاثر التى لا يلتقى فيها الذكر بالأنثى وإنما يتم التكثر عن طريق الأنثى وحدها، ويحدث ذلك بعدة صور كما يلى :

١- التوالد البكرى أو العذرى Parthenogenesis :

ويعنى تكوين الجنين بدون إخصاب، نتيجة لأى منبه كعناصر الغذاء أو عوامل البيئة أو نتيجة لتأثيرهما المشترك أو نتيجة لحالة الحشرة نفسها. وقد يكون التوالد البكرى دورياً (يحدث على فترات) أو مؤقتاً أو مستديماً، كما فى حشرات المن.

٢- تكاثر الأطوار الغير يافعة :

وفيه لا يحدث التكاثر عن طريق الأطوار اليافعة كما هو المعروف وإنما يحدث عن طريق الأطوار الشابة كيرقانات الذباب من جنس Miaster أو عذارى الهموش من جنس Tanytorus.

٣- تعدد الأجنة Polyembrynic

وفيه ينشأ من اللاقحة الواحدة عدة أجنة حيث تنقسم إلى مجاميع منفصلة يتصرف كل مهما كما لو كان جنيناً مفرداً مستقلاً فى حشرات عائلة Galcidae.

٤-التخنث Hermaphroditism

وفى هذه الحالة يتم الإخصاب داخلياً، حيث يحتوى الفرد على كل من أعضاء التذكير والتأنيث كما فى حشرات البق الدقيقى Jceryapurchasi ويتميز المبيض إلى جزئين يقوم أحدهما بدور المبيض والآخر بدور الخصية.

ملحوظة : لا ينبغى ذكر الامتزاج الجنسى Gynandromorphism على أنه صورة من صور التكاثر، وهو يعنى وجود أفراد شاذة بأحد جانبيها خصية وبالجانب الآخر مبيض.

سلوك التزاوج في الحشرات Mating behaviour

لقد أثبتت الدراسات الخاصة بهذا الموضوع أن كلا من الحواس البصرية والسمعية واللمسية لها دور كبير في تعرف كل من الجنسين على الآخر، كما وجد أيضا أن لبعض الحشرات سلوكا نموذجيا في إتمام عملية التزاوج حيث يسبق هذه العملية ألوان من التودد والغزل في حين لم يظهر مثل هذا السلوك في بعضها الآخر.

١- سلوك التزاوج في الحشرات عديمة الأجنحة Curtiship in Apterygota

هناك نوع من الرقص الغزلي المرتبط بعملية نقل الأكياس المنوية Spermatophors ففي حشرة الكولمبولا يضع الذكر أكياسا منوية قد تصل إلى ٣٠ كيسا، وحينما تأتي الأنثى صدفة فإنها تقف فوق هذه الأكياس وتقوم بإفراز مادة من فتحتها التناسلية تذيب بها أغلفة الأكياس المنوية، وعندئذ تتحرر الحيوانات المنوية وتدخل جهاز الأنثى التناسلي.

أما في حشرة Thysanura فإن الذكر يفرز خيطا رقيقا يضع الأكياس المنوية عليه ثم يقود الأنثى لتلتقط هذه الأكياس المنوية.

وعموما فإن الأنواع التي لا يرتبط فيها كلا من الجنسين بطريقة مشتركة من الإثارة والنشاط الغزلي، فإن الذكور تضع أعداداً كبيرة من الأكياس المنوية مقاربة لتلك التي ترتبط بسلوك تزاوجي غزلي.

٢- التنبيه البصري والتعرف الجنسي Visual stimuli and sex recognition:

تعتبر كل من الحركة واللون والشكل والضوء أهم المنبهات البصرية التي تؤدي إلى التعرف الجنسي لدى كثير من أنواع الحشرات، علما بأن هذه الوسائل ربما لا تجعل انجذاب كل جنس إلى الآخر غير دقيق، أما المستقبلات الكيماوية فإنها تعمل على إحكام الاتصال في المدى الضيق.

٣- التنبيه السمعي وسلوك المغازلة Auditory stimuli in courtship behaviour:

يعتبر إطلاق الأصوات والاستجابة لها من أفضل طرق تمييز أحد الجنسين للآخر شريطة أنه لا توجد مواقع أو حواجز طبيعية وخاصة إذا كانت الحشرات تعيش في مستوى قريب من سطح الأرض كالمساحات الخضراء كما في نطاطات الأوراق وصراصير الغيط، ونلاحظ أن الجنس المحدث للصوت يختلف باختلاف نوع الحشرة فإذا كانت ذكور الصراصير هي التي تحدث الأصوات، فإن إناث بعوض جنس Aedes هي التي تحدث تلك الأصوات.

٤- الجاذبات الكيماوية Pheromones:

تقوم بعض الحشرات بإفراز مواد كيماوية خارجيا يكون لها تأثير على تجمع أفراد النوع الواحد، ومن المعروف أن التأثير الجنسي للفرمونات يمتد لمسافات أكبر منها في حالة التنبيهات البصرية والسمعية واللمسية. وتنقسم الفرمونات إلى:

أ) فرمونات شمية:

فقد اتضح أن هناك أكثر من ٢٠٠ نوع من الحشرات تنبعث منها الفرمونات، ويقوم بإفرازها أحد الجنسين بالنسبة للنوع الواحد كما في حشرات حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة وذات الجناحين،

كما قد ينتجها كلا الجنسين كما في ذبابة الفاكهة.

ب) الإفرازات الجنسية المرغبة في التزاوج:

وجد العالم هانكوك ١٩٠٥ أن ذكور الصراصير تقوم بإفراز مواد خاصة من غدة فوق الكلية تتغذى عليها الإناث قبل التزاوج، وقد لوحظ أن تناول هذه المواد يساعد الأنثى على الاستعداد للتزاوج حيث تظل في حالة هادئة أثناء انتقال الحيوانات المنوية إليها.

٥- هبات (هدايا) العروس Nuptial gifts:

وهي عبارة عن مواد يقوم الذكر بتقديمها للأنثى في بعض أنواع الحشرات كي تتغذى عليها قبل عملية التزاوج أو أثناءه، وقد لوحظت هذه الظاهرة في حشرات ذات الناحين وبعض أنواع تصفية الأجنحة ففي حشرة *Hilara* Spp. يقدم الذكر للأنثى كرة من الحرير تصل ضعف حجم الحشرة. تحتوي هذه الكرة على ضحية مناسبة يهديها الذكر للأنثى للتغذي عليها قبل عملية التزاوج، كما تقوم ذكور بعض أنواع رتبة نصفية الأجنحة بتقديم أنواع من البذور للإناث كهدايا.

٦- التنبيه باللمس Tactile stimuli:

يلعب التنبيه اللمسي دورا أساسياً في نجاح عملية الغزل والتعرف الجنسي وفي الغالب لا توجد علاقة بين الاستجابة بالاتصال بالمستقبلات الكيماوية والتنبيه اللمسي، حيث أن كلا من المستقبلات الميكانيكية والكيماوية وجدت على قرن الاستشعار.

التحكم في سلوك التزاوج Control of mating behavior:

يعتبر موضوع التحكم في سلوك التزاوج من الموضوعات الشيقة التي مازالت في حاجة إلى مزيد درس، وإعادة ترتيب للمعلومات التي تم التوصل إليها بهذا الخصوص، إذ أنها في الغالب الأعم لا تعدو أن تكون وجهات نظر تثير كثيرًا من التساؤلات أكثر من تقديم إجابات وافية.

ولكن على أي حال فهناك جملة من الملاحظات نسردها بهذا الخصوص كما يلي:

١- يلعب عمر الحشرة دورا أكيدا في هذا الصدد فالحشرات الشابة أكثر قابلية للتزاوج من المسنة.
٢- من المعتقد أن عملية نضج المبيض والتبويض لها دور في إتمام التزاوج والتحكم فيه حيث تقبل الأنثى غزل الذكور في هذه الأثناء دون غيرها كما في أنواع النطاطات.
٣- يفرز المبيض هرمونات تتحكم في سلوك التزاوج، وتقوم الغدد التعادلية Corpus allatum بإنتاج هذا الهرمون الذي يلعب دوراً في هذا الصدد.
٤- تلعب العوامل الغذائية والفيسيولوجية دوراً لا يجحد في التحكم في سلوك التزاوج.

العوامل البيئية التي تؤثر في سلوك التزاوج

Environmental factors affecting mating behaviour

١ـ الوقت من اليوم:

لوحظ أن أنواعا من الحشرات يتم فيها التزاوج نهارا مثل حشرة *Oncopedus faciatus* (كاليرول ١٩٦٠) في حين تتزاوج غالبية الفراشات في وقت محدد من الليل.

كما أن لبعض الحشرات عادات معينة تختلف باختلاف الـ ٢٤ ساعة اليومية.

٢ـ الفترة التي تنتج فيها الأنثى المواد الجاذبة الجنسية:

فقد وصل (متولي ١٩٨٧) إن إناث فراشات دودة البلح *Ephestia cautella* تفرز كميات كبيرة من الفرمون في الفترة من ٧ـ٩ مساء، ٣ـ٥ صباحا مما يعمل على انجذاب الذكور إليها فيتم التزاوج، أما حشرة Trichoplusia فإن نشاطها التزاوجي يكون في اوجه في الفترة من ٢ـ٦ صباحا ومن ٩ـ١١ مساء.

٣ـ العوامل الجوية والمناخية:

وقد اتضح أن لها دورا كبيرا في توجيه عملية التزاوج وبخاصة تلك الحشرات التي تتزاوج في فترة محددة من اليوم Light dark cycle كما في صرصور الغيط الذي يتزاوج في الساعات الأولى من الليل.

بيض الحشرات Insect eggs

تشتمل الأطوار غير اليافعة على كل من البيض – اليرقات والعذارى وسندرسها كما يلي:

البيض Eggs:

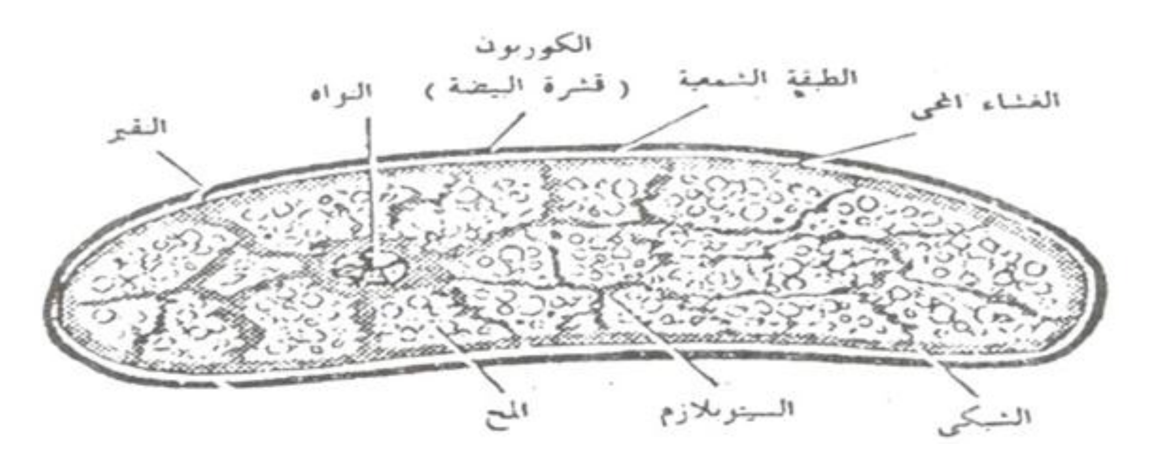
وهو تلك الصورة التي تضعها الإناث قبل اكتمال النمو الجنيني بها، وإذا تم و؟؟ البيض على هذه الصورة فإن الأمهات يطلق عليها حشرات بيوضة Oviparous، وبعض الحالات تحتفظ الأم بالبيض داخل جسمها حتى يفقس وتخرج منه الصغار وفي هذه الحالة فإنه يطلق على الحشرات أنها ولودة Viviparous وقد يطلق عليها اصطلاح أ هو بيوضة ولودة Oviviparous وفي هذه الحالة تلاحظ أن اليرقات عادة ما تكون كاملة النمو Full grown قبيل وضعها.

ونحن نرى أن جميع الحيوانات بما فيها الحشرات بيوضة، إذ أن أصل الحيوانات جميعا هو البيضة، ولكن الذي يحدث هو الاختلاف في مدة وضعها من الأم بعد عملية الإخصاب وذلك مبني على مقدار ما تحتويه من الغذاء اللازم للجنين، فإذا كانت البويضة بسيطة، أي لا تحتوي إلا على الجرثومة الحية بالإضافة إلى قدر ضئيل جدا من المح Yolk لا يفي باحتياجات الجنين فلابد إذا من أن تمكث البويضة فترة تكفي لتكوين الجنين في مراحله الأولى، ويتم ذلك بالتصاق البويضة في جدار عضو خاص مجهز لاستقبالها هو الرحم Uterus حيث يستمد الجنين غذاءه من دم الأم، على أن تمكث البويضة داخل هذا المستقر حتى يكتمل نمو الجنين، وبعدئذ يدفعه الرحم خارجه ليرى النور، وإما إذا كانت البيضة مركبة وهي التي يجتمع بها قدر من الغذاء يكفي لتكوين الجنين، فإن هذه المواد تغلف بغلاف متين نوعا يدعى القشرة فإن الأنثى تدفع بها إلى الخارج على تلك الصورة لتمكث فترة يطلق عليها فترة الحضانة والتي بانقضائها يفقس الجنين ثم يخرج من البويضة.

وبصفة عامة، فإن الإخصاب يعتبر شيئا ضروريا بالنسبة للحشرات، حيث أن الغالبية العظمى منها ثنائية الجنس، ومع هذا فإنه يوجد إلى حد ما بعض صور التوالد البكري Parthenogenesis فنجد مثلا أن في بعض الحشرات تضع بيضا مخصبا بدون حدوث عملية التلقيح كما في النمل Ants والنحل Bees والحشرات الاجتماعية الأخرى حيث أن الذكور Males (drones) تنتج من بيض غير مخصب، في حين تنتج كل من الشغالات والملكات من بيض مخصب.

تركيب البيضة Structure of egg:

تتركب بيضة الحشرات بصفة أساسية كما في شكل (٧١) من:



شكل (٧١) شكل توضيحى يوضح تركيب البيض

١- الغشاء المشيمي أو القشرة Chorion or shell:

وهي طبقة سميكة نوعاً وذات تريب معقد، تحيط بالبيضة من الخارج إلا موضع ثقب عند قطبها الأمامي يطلق عليه النقير Micropyle ويلاحظ أن هذا الثقب تغطيه قلنسوة جيلاتينية Gelatinous Cap أو غطاء يطلق عليه Operculum، وهذا الثقب هو الذي يدخل عن طريقه الحيوان المنوي إلى البويضة أثناء عملية الإخصاب، وقد تكون قشرة البيضة أثناء عملية الإخصاب وقد تكون قشرة البيضة ملساء في بعض الأنواع، أو يوجد عليها أخاديد وتضاريز أو قد تمتد منها زوائد معينة، ولاشك أن هذه العلامات والمميزات الخارجية تستخدم كصفة أساسية تمكننا من التعرف المبدئي على نوع الحشرات التي ينتمي إليها هذا البيض أو ذاك، وسنذكر جانباً من هذه الأشكال الملحقة بالقشرة في موضع لاحق كي تتم الفائدة والغرض المنشود.

٢- الطبقة الشمعية Wax layer:

وهي طبقة رقيقة تحتوي على مادة شمعية وتبطن القشرة وتقع أسفلها من الداخل.

٣- الغشاء المحي Vitalline membrane:

وهو غشاء رقيق يحيط بالحشوة (الستيوبلازم) ويقع أسفل الطبقة الشمعية.

٤- المادة المغذية أو المح Yolk:

وهي الطبقة الغذائية بالبيضة وتتكون من كريات موزعة داخل الحشوة.

٥- النواة Nucleus:

وهي عبارة عن جسم كروي صغير يتوسط البيضة، وقد تهاجر إلى حافتها أثناء عملية التلقيح استعداداً لاستقبال الحيوان المنوي، حيث تتحد بنواته، ثم بعد ذلك تعود تلك النواة المندمجة لتحتل مركزها الوسطي داخل البيضة وتبدأ انقساماتها المتتالية لتكوين الجنين، والنواة هي الجزء الهام في الخلية حيث يوجد بها

الشبكة الروماتينية التي تكون الكروموسومات Chromosomes وتحمل الكروموسومات هذه المورثات Genes.

الجبلة (السيتوبلازم) Cytoplasm:

وهي عبارة عن شبكة تتخلل معظم أجزاء البيضة ويأخذ جزءها الخارجي قواما كثيفا ولذلك يطلق عليه Periplasm.

النقير The micropyle:

نظرا لأن طبقة القشرة يتم تكوينها داخل المبيض قبل الإخصاب فلقد كان من عظيم صنع الله تعالى- أن يكون هناك فتحة أو أكثر لدخول الحيوانات المنوية أثناء الإخصاب وهذه الفتحة هي فتحة النقير، وعادة ما تقع فتحة النقير في إحدى طرفي البيضة، يمكننا القول بان عدد فتحات النقير وموضوعها يختلف باختلاف أنواع الحشرات اختلافا واضحا، فبينما نلاحظ أن بيض الحشرات زوجية الأجنحة Diptera، نقير واحد في وضع قمي فإن بيض الجراد Acrididae يوجد به ٣٠-٤٠ ؟؟ نقير مرتبة في صورة حلقية حول الطرف السفلي للبيضة.

حجم البيضة Size of egg:

من المعلوم أن حجم بيض الحشرات يختلف باختلاف أنواعها، ولكن بصفة عامة فإن مقارنة بيض الحشرات ببيض الحيوانات الأخرى تظهر لنا أنه صغير الحجم، وينعكس مقدار البيض الذي تضعه الأنثى خلال فترة حياتها على حجم البيضة، فإذا كانت الأنثى تضع مقداراً كبيراً من هذا البيض فإن حجم كل منه يكون صغيرا، كما في بيض حشرة Corydalis Cornula وهي حشرة ذات حجم كبير نسبياً إذا ما قورنت بغيرها من الحشرات وهي تضع ٢-٣ آلاف بيضة في كتلة يبلغ حجمها نحو بوصة، ومن ناحية أخرى فإن بعض أنواع المن Aphid تضع عدة بيضات فردية في الشتاء، ويكون حجم البيضة عندئذ كبيرا بحيث يقرب من حجم الأم ومن المعلوم أن إناث الحشرات تضع بيضا يتناسب مع حجمها، فأصغر البيض هو بيض الحشرات القافزة بالذنب Collembola وهناك أنواع من الحشرات تضع بيضا كبيرا يبلغ حجمه عدة مليمترات.

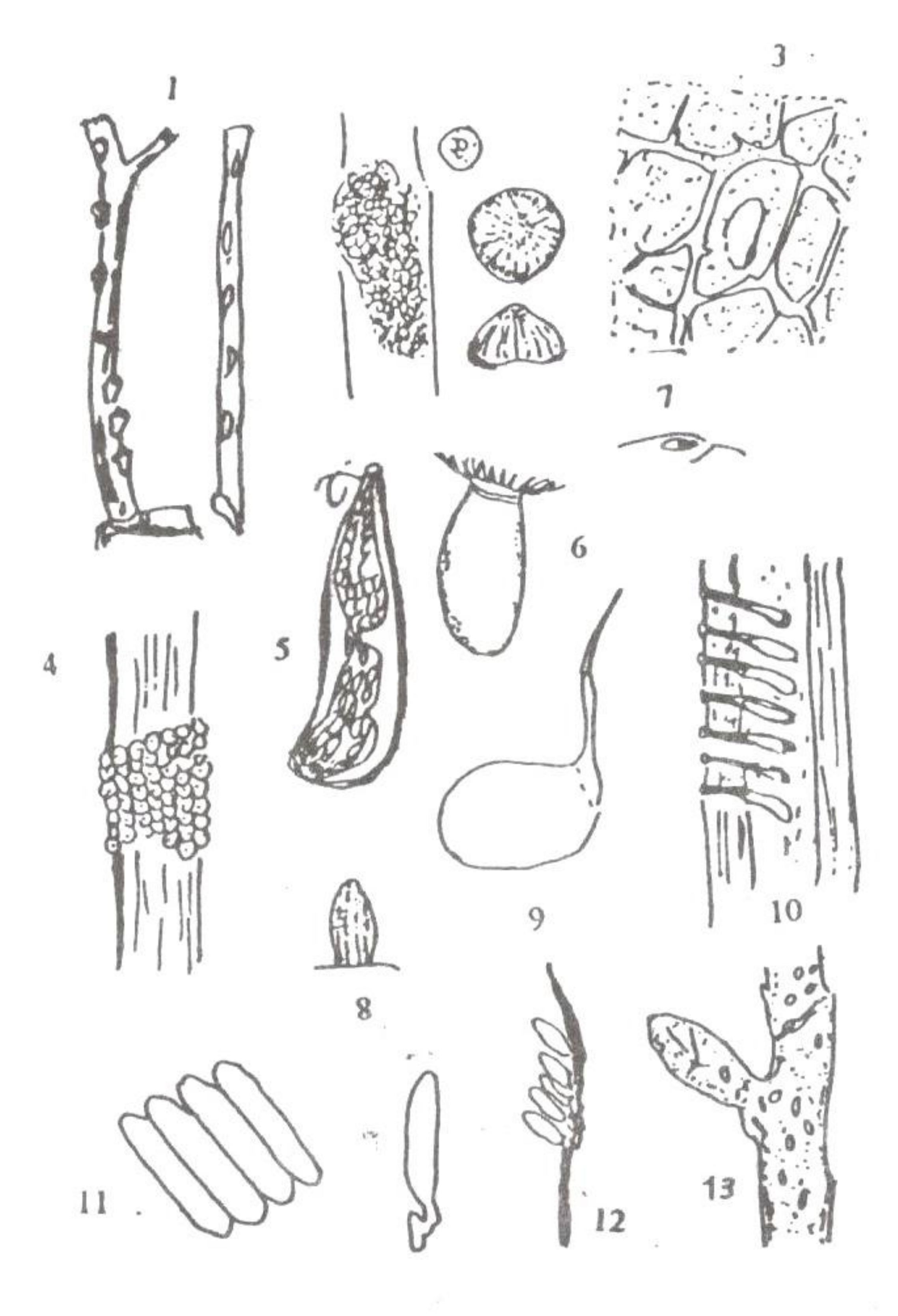
أشكال بيض الحشرات The Shapes insect eggs:

يأخذ بيض الحشرات أشكالا مختلفة كما في شكل (٧٢). فمنها البيضاوي كما في كثير من حشرات عائلة الجعال، وقد تكون مخروطيا كما في أبي دقيق الكرنب، وقد يكون مستطيلا كما في بيض حشرات نطاطات الأوراق، أو اسطوانية ذا كاب كما في بيض الجعل ذو الظهر الجامد، أو يأخذ الشكل المضربي كما في بيض قمل الدجاج، وقد تكون البيضة محمولة على حامل خاص بها كما ف بيض إناث أسد المن.

هذا وقد يوضع البيض فرديا أو في مجاميع كما في نحل العسل أو دودة ورق القطن، وقد يترك عاريا كما في الأولى أو يغطي بحراشيف كما في الثانية وفي هذه الحالة يطلق عليه اسم (لطعه Egg mas).

كما قد تدعم هذه اللطعة بمحفظة تضمها بإحكام يطلق عليها كيس البيض Ootheca كما في أنواع الصراصير، أما مجاميع بيض بعوض الأنوفيلس فله تجهيزات خاصة تمكنه من الطفو فوق سطح الماء وفي حالة بيض فرس النبي فإنه يوضع في كتلة غرويه أسفنجية تلصق بأحكام بأغصان النبات.

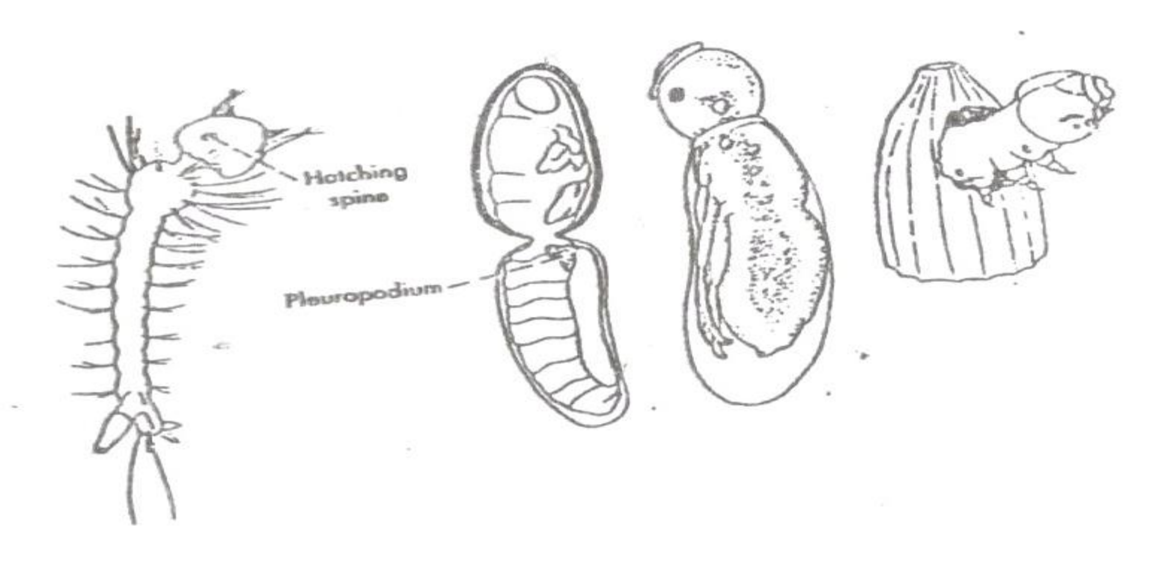
ونلاحظ أيضاً أن بعض الحشرات تضع بيضها داخل جسم العائل وبعضها الاخر يضعه على سطح العائل.



شكل (٧٣)

طرق تحرير الصغار من البيض Extrication of young from eggs:

تخرج أجنة Embryos الحشرات عند اكتمال نموها من قشرة البيضة بطرق شتى شكل (٧٣). تختلف باختلاف الأنواع ومما لاشك فيه أن هذه العملية تعتبر على جانب كبير من الأهمية بالنسبة للصغار التي تغطيها قشرة صلبة Hard shell وسنتعرض لبعض هذه الطرق على نحو ما يلي:



شكل (٧٣)

١- في حالة الأجنة ذات الفكوك Mandibulates مثل حشرات رتبة حرشفية الأجنحة، فإنها لا تستطيع أن تقرض طريقها لكي تحرر من القشرة مثل يرقة أبي دقيق الكرنب.
٢- وأما في حشرات رتبة زوجية الأجنحة Diptera فإن الرأس تزود بخطاطيف في منطقة الفم يطلق عليها Mouth hooks وهذه الخطاطيف تعتبر أدوات جيدة لنقر pick قشرة البيضة من الداخل Interior، وتستطيع اليرقات الناخرة للأوراق Leaf-mining مثل حشرات جنس Pegomyia تستطيع أن تثبت أنفسها على أسطح الورقة بعد الفقس وتقوم بواسطتها بنخر الأوراق وهذه الخطاطيف الفمية منشارية الشكل Sawlike، ولبعض أنواع حشرات هذه الرتبة مثل يرقات البعوض Mosquito larvae أشواك في منطقة الرأس من أعلا يطلق عليها أشواك النقف أي الفقس Hetcching spine.
٣- وتدل الثقوب المنظمة التي تصنعها أجنة حشرات عائلة Pentatomidae تدل على أن هناك خط ضعف يحيط بقمة البيضة A line of weakness وكما في بق الفراش حيث يدفع غطاء البيضة Operculum ليخرج الجنين المكتمل النمو.

ويلاحظ أن أجهزة ثقب القشرة يطلق عليها عدة اصطلاحات:

مفجر البيضة Egg purstur، أسنان البيضة Egg tooth شوكة النقف Hatching spine، ممزق البيض Ruptor ovi، فعلى سبيل المثال فإننا نلاحظ أن يرقات خنفساء كلورادو لها ثلاثة أزواج من أشواك النقف، أما جنين البرغوث Flea فله زائدة تشبه السكين في رأسه لتحريره من البيضة.
٤- نلاحظ في أجنة النطاطات وجود زوج من التراكيب الغدية يطلق عليها Pleuropodia وتقع على الصدر الأول وتفرز أنزيمات من شأنها تحطيم القشرة وخروج الحورية.

العوامل المؤثرة على القدرة الإنتاجية للبيض ومعدل إنتاجه في الحشرات

Factors that affect egg production and fecundity

يؤثر على إنتاج البيض نوعان من العوامل، عوامل داخلية وعوامل خارجية.

ونجد أن التغذية هي العامل الأهم في غالبية الحشرات، بالإضافة إلى عوامل أخرى منها التزاوج والضوء والحرارة والرطوبة والتي لا يكون تأثيرها مباشرا.

أولا: الاحتياجات الغذائية Nutritional requirement:

يؤثر كل من نوعية الغذاء وكميته على القدرة الإنتاجية للبيض ووضعه كذلك يُحدث الغذاء تأثيره على إنتاج البيض من خلال التوازن بين عوامل عديدة مثل الاحتياجات الخاصة للنوع، ودرجات الحرارة والرطوبة، التمثيل الغذائي، مكونات الغذاء وكميته.

١- نوعية الغذاء Food quality:

ونوعية الغذاء عامل مهم لنضج البيض وزيادة إنتاجه فمثلا وضعت خنفساء الدقيق T. Confusum عدد٥٢١ بيضة عندما غذيت على دقيق القمح الكامل بينما وضعت ٣٣٣ فقط عندما غذيت على النخالة، ١٨٧ عندما غذيت على الدقيق الأبيض وغير ذلك من الأمثلة كثير.

٢- كمية الغذاء Food quantity:

لا يمكن فصل كمية الغذاء عن نوعيته في الحشرات كثيرا. فإن الأنواع التي تحتاج لمواد معينة لإنضاج البيض سوف تنضج بيضا أكثر لو أخذت كميات أكثر من المواد الغذائية مثلا بق الفراش

Cimex Lectul وضعت ٢١٨ بيضة بعد ١٩٥ مليجرام دم، ٤٥١ بيضة بعد التغذية على ٣٣٥ مليجرام دم، وتؤثر التغذية الكمية والنوعية لليرقات أو الحوريات على وضع البيض في الحشرات اليافعة.

ثانياً: تنبيه التزاوج Mating Stimuli:

أصبح التزاوج أحد العوامل الحاسمة التي تؤثر على العدد الكلي للبيض الذي يضعه النوع (في كثير من الأنواع). ولا يؤثر التزاوج فقط على نضج البيض وتأثير هذا العامل سوف يتناول في مكان آخر.

ثالثاً: العوامل البيئية Environmental factors:

١- الحرارة Temperature:

تختلف الحرارة المثلى لوضع البيض كثيرا في الحشرات بين الأنواع فقد يكون مداها متسعا من ٨-٤٠م في خنفساء *Bruchus obectus* أو يكون ذلك المدى ضيقا كما في السمك الفضي

Thermobia demostica، ٣٢ – ٤١°م.

٢- الرطوبة Humidity:

يرتبط تأثير الرطوبة بالحشرات حيث أن أي تغير في الحرارة يكون مرتبطا بالرطوبة النسبية، ويبدو أنه تحت ظروف الرطوبة المنخفضة فإن الحشرات تفقد ماء أكثر نتيجة التبخر والإخراج، ويكون الباقي غير كاف لوضع البيض ووجد أن *Ephistia cautella* لا تضع بيضا تحت ظروف رطوبة نسبية أقل من ٣٠ – ٣٥% وكذلك *Rizopertha dominica* في أقل من ٨% رطوبة نسبية.

٣- تأثير الفترة الضوئية Photoperiod influence:

تتأثر بعض أنواع الحشرات بالفترة الضوئية حيث يتوقف نضج البيض على طول الفترة الضوئية في بداية الصيف- ومن الممكن أن يؤثر طول النهار على السلوك التزاوجي للحشرات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، فلو عرضت إناث الجراد Anacridium لفترة ضوئية طويلة في الخريف فإن البيض يبدأ في النضج خلال الخمسة والعشرين يوما التالية، وهذا يؤكد أن سبب السكون، في هذا النوع من الحشرات هو سيادة النهار القصير في الشتاء، بينما العكس من ذلك يحدث في الجراد الصحراوي حيث يستجيب للنهار القصير (٧-٨ ساعة).

٤- توافر العوائل Availability of hosts:

يجب توافر العوائل للحشرات المتطفلة أو النباتات للحشرات المتغذية على النباتات في كثير من الحشرات، حيث أن ذلك يحدد عدد البيض الموضوع، حيث ربما يمتص البيض الناضج في طفيليات غشائية الأجنحة أو يمتنع تكوينه في حشرات أخرى إذا لم يتوفر العائل، حيث ينبه العائل عملية إنتاج ووضع البيض.

الهرمونات Hormones:

تنمو البويضات في الحويصلات البيضية حتى تصل إلى مرحلة تكوين المح (تضمحل وتموت وتمتص عندما تكون تغذيتها ضعيفة خاصة للبروتين) هذا الاختلال يكون نتيجة نقص إفراز الغدة المتعادلة Corpora Allata وسبق أن عرفنا أن تلك الغدد تفرز هرمون الشباب حتى الانسلاخ الأخير، وبالتالي يحدث التحول، ولكن في الحشرة الكاملة يفرز الهرمون ثانية ويكون ضروريا لعملية تجميع المح في البويضات. كما أن إفراز تلك الغدة ضروري لنضج الحيوانات المنوية في بعض الحشرات، كما أنه ضروري لتنشيط الغدد المساعدة التي تكون حوامل التطاف.

السكون والبيات Hybernation and Diapause:

التكاثر مثل النمو ربما له فترات توقف، قد يكون هذا التوقف كتأثير مباشر للمؤثرات الخاصة، وقد يكون سكوناً حقيقيا Diapause كالذي يحدث في الظروف الملائمة ففي خنفساء Dytiscus وغيرها من الخنافس تدخل الغدد التناسلية في حالة راحة بعد دورة التكاثر الأولى. وترجع إلى نشاطها ثانية في نفس التوقيت من السنة التالية وأحيانا السنة الثالثة ويبدو أن لها رقم توقف معقد وليس تأثير بسيط لدفء الجو بعد الشتاء البارد مثلا ويبدو أن هذه العملية تتحكم فيها التغييرات الموسمية في الطقس التي تعمل بتأثير الجهاز العصبي المركزي. وقد يكون توقف التكاثر بتأثير التعرض لنهار قصير Short hotoperiod ولكن السبب المباشر هو غياب إفراز الغدة المتعادلة (.C.A).

الباب الرابع

نمو الحشرات وتشكلها

Insect development & Metamorphosis

تعتبر بداية نمو الجنين داخل البيضة مقدمة لسلسلة طويلة من التغيرات المتعاقبة والمستمرة التي تمر بها الحشرة خلال دورة حياتها، تأخذ خلالها مظاهر عديدة تختلف باختلاف الحشرات، كما أنها تتأثر في ذلك باختلاف الغذاء أو المسكن أو الظروف البيئية السائدة بصفة عامة.

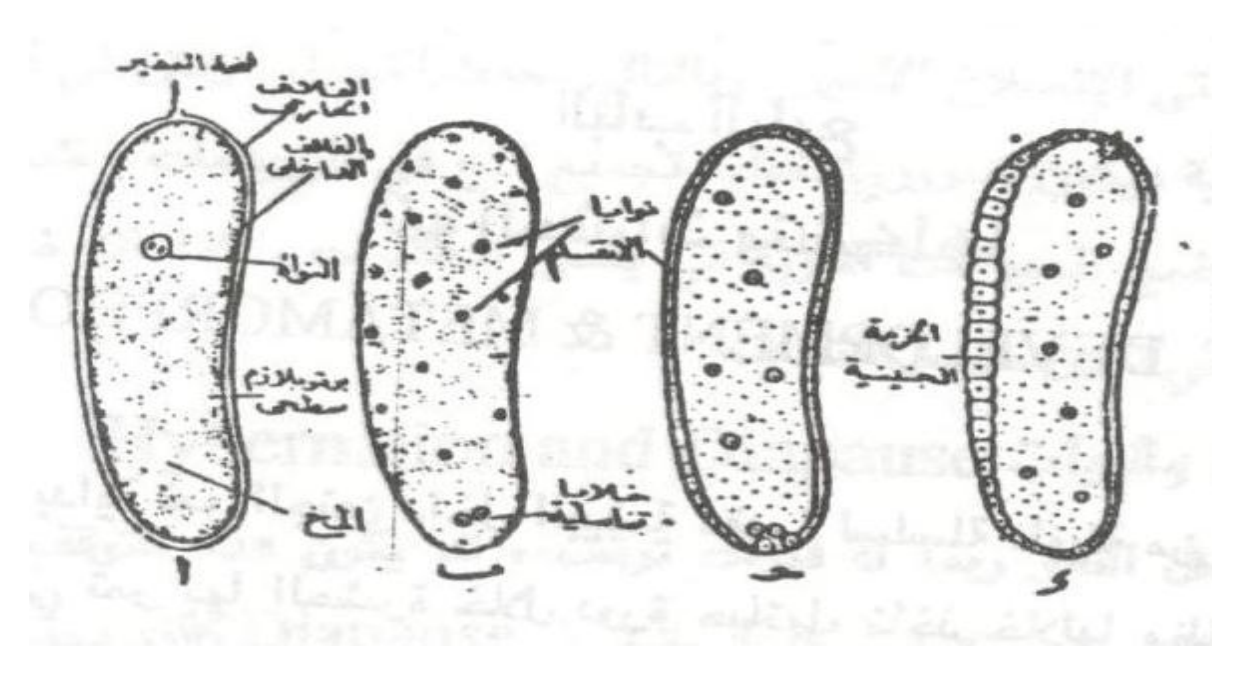
وتقسم دورة حياة الحشرة عادة إلى مرحلتين هامتين هما:

أولا: نمو الحشرات Insect development:

ويقصد بهذا الاصطلاح مقدار ما يطرأ على الجنين من زيادة في حجم ووزن أعضائه وحتى يصل إلى طور الحشرة اليافعة، ولكننا نستطيع أن نقسم تلك المرحلة إلى فترتين بارزتين في الحشرة كما يلي:

أ- مراحل نمو الأجنة The early development of the embryo:

ونعني بها مراحل نمو الجنين وهو ما يزال داخل البيضة، تحيط بالمادة المحية طبقة رقيقة متماثلة تدعى البلاستولا (الطبقة الأولية) Blastoderm ونتيجة لانقسام خلاياها تتكون طبقة سميكة في المنطقة البطنية من البيضة ويطلق عليها الشريط الجرثومي Germ band حيث يتكون عنه الجنين فيما بعد، في حين تحيط بقية البلاستولا بالجنين يطلق عليها Extra-embryonic شكل (٧٤). وقد تسمك البلاستولا بأكملها كما في حشرات النحل Apis لتكوين الجنين ويلي ذلك تكوين طبقة رقيقة يطلق عليها البلاستولا الخارجية.



شكل (٧٤): قطاعات في البيضة توضح المراحل المبكرة من النمو الجنيني: (أ) بيضة مخصبة (ب) مرحلة انقسام النوايا، (جـ) مرحلة تكوين البلاستودرم، (د) مرحلة تكوين الحزمة الجنينية

وقد يكون الشريط الجرثومي بادئ ذي بدء عبارة عن قرص صغير Small disc أو شريط نسيجي دقيق، وذلك في البويضات الفقيرة في حشوتها. وتتكون الرأس نتيجة لتقدم حجم الشريط الجرثومي وتفرطحه ويطلق عليها الرأس المتفرطح Broad Head وذلك بناء على أن تكوين حلقات أجسام الأجنة وزوائدها تبدأ من الأمام إلى الخلف فيتكون الرأس الأولى Protocephalon ثم يليه دييل رفيع يطلق عليه Protocorn ويتحكم في نمو الشريط الجرثومي مركزا نمو، أحدهما في الخلف ويطلق عليه مركز النشاط الخلفي Posterior Activating Center ويظل هذا المركز في حالة نشاط دائم نظرا لحلول النواة الاندماجية وهي كما تعلم في حالة انقسام مستمر. أما المركز الثاني فيطلق عليه المركز التشكلي Differentiation Center ويقع في مقدم الخلية ويعمل مركز النشاط الخلفي على إنتاج مادة تنتشر تجاه مقدم الخلية ليتكون منها المركز الثاني الذي يحل في منطقة الصدر المنتظر. ويعمل مركز التشكل على التحكم في نمو الشريط الجرثومي حيث يدفع المح إلى عمل انقباضات موضعية يظهر على أثرها الفراغ الذي يعلو البلاستولة ويتكون الشريط الجرثومي السميك داخل هذا الفراغ، ويعقب ذلك حدوث كثير من العمليات الإحيائية مثل تكوين الطبقة الجنينية الوسطى Mesoderm وظهور الحلقات الجسمية وتشكل الأعضاء الداخلية والتي يتحكم فيها المركز التشكلي ويستمر هذا المركز في تأدية وظيفته فيتمدد الجسم للأمام والخلف حتى يصبح الجنين ظاهر الحلقات، وفي نفس الوقت تأخذ المراكز الخلقية على عواتقها بالدور الذي كان يؤديه المركز التشكلي حيث تتقدم في العمل، بينما يظل الجنين يعمل كوحدة وظيفية واحدة.

ويتكون الجنين على النحو التالي:

١- المظهر القدمي البدائي Protopod phase:

وفي هذا الطور لا يتضح معالم جسم الجنين من حلقات وزوائد وأجهزة داخلية، اللهم إلا أن تبدو زوائد الصدر والرأس في صورة مختزلة أو أولية (شكل ٧٥-أ).

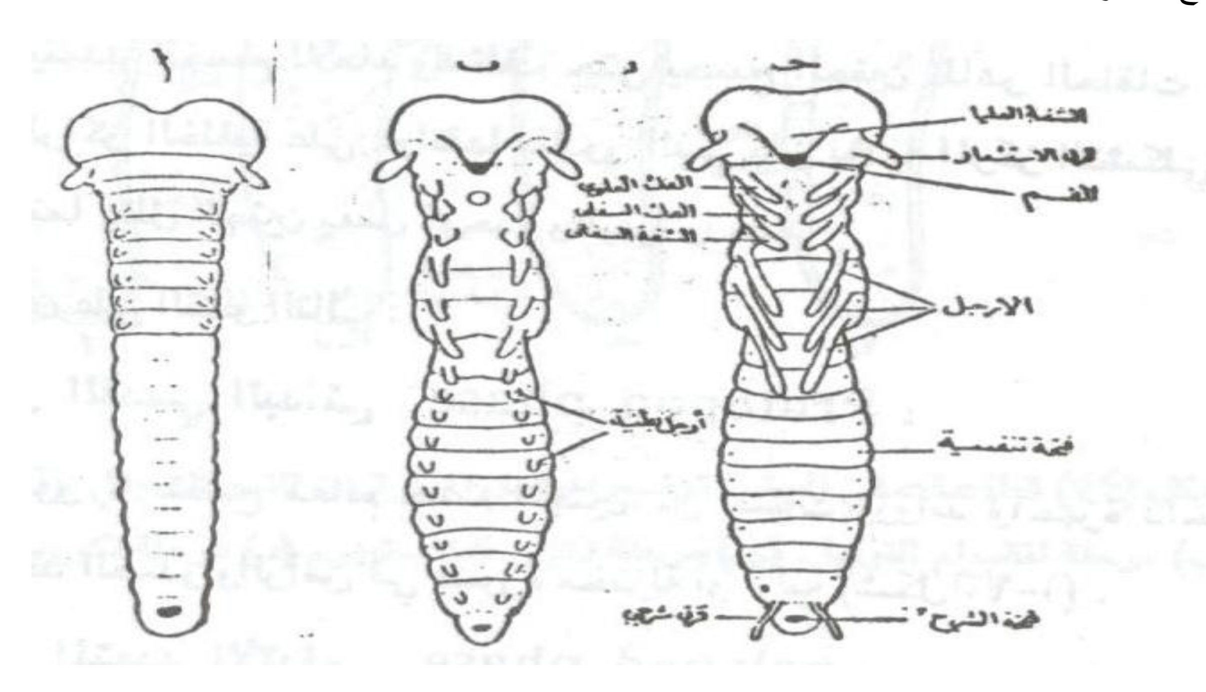
٢- المظهر المتعدد الأقدام Polypod phase:

وهو الطور الذي يلي السابق، وفيه تتضح حلقات البطن كما تظهر معالم زوائدها وكذلك تظهر بدايات القصبات الهوائية ويكتمل تكوين الأجهزة الداخلية، وبمعنى آخر تتضح معالم الجسم وزوائده شكل (٧٥-ب) كما في حشرات ذوات التطور الناقص.

٣- المظهر القليل الأقدام Oligopod phase:

وفي هذا الطور تختفي زوائد البطن إلا ما سيتحور منها لتكوين آلات السفاد أو وضع البيض أو الأقلام الشرجية شكل (٧٥-جـ) وفي نهاية هذه الأدوار الجنينية يتكون الجليد الجنيني Serosal cuticle وقد يطلق عليه في بعض الحالات الجليد الأبيض White cuticle ويليه تكوين طبقة الجليد الخارجي وبها طبقة شمعية أخرى توجد خارج غشاء المح ويوجد أسفل الطبقة الشمعية طبقة أخرى ليفية في معظم اجزاء الجليد الخارجي الذي قد يعرف بالجليد الأصفر Yellow culicle وهذه هي مراحل تكوين الجنين داخل البيضة، وتفقس البيضة عن جنين في طور مبكر يطلق عليه اليرقانه كما في الحشرات ذوات التبدل التام ولذلك فإنه يلزمه أن يمر في أطوار مختلفة ليصل إلى الحشرة اليافعة. أما في حالة الحشرات ناقصة التبدل فتفقس البيضة عن جنين في طور متقدم يكون قد استكمل أكثر أعضائه يطلق عليه الحورية Nymph وهو يشبه الأبوين، اللهم إلا في قليل من التفاصيل. ويطلق على الفترة التي تنقضي منذ وضع

البيض حتى حدوث الفقس، يطلق عليها فترة الحضانة Incubation period وهي تختلف باختلاف أنواع الحشرات.



شكل (٧٥): رسم يوضح المراحل الجينية الثلاث

ب- مراحل نمو ما بعد الأجنة Postembryonic development:

ويقصد بهذا الاصطلاح تلك الفترة من النمو التي تعقب الفقس إلى حين اليفاع، ويمر الفرد خلال هذه الفترة بعدة تغيرات شكلية يطلق عليها التبدل (التشكل) Metamorphosis كما تزداد الحشرات في الوزن والحجم خلال أعمارها المتعاقبة وهو ما يعرف بالنمو Growth وعادة ما تكون الزيادة سريعة في الأعمار الأولى عن الأعمار المتقدمة، ومع هذا فإن كلا من الوزن والحجم يزداد تدريجيا بتقدم العمر في الظروف العادية فيما عدا فترة الانسلاخ، فإن الوزن ينخفض والحجم يختلف نتيجة لفقد الجليد وما يصحبه من فقد للسوائل كالماء وما يسبقه من توقف عن الغذاء، وتختلف الزيادة في الوزن والحجم تبعا للظروف التي تنمو فيها الصغار مثل درجات الحرارة، التزاحم وتوفر الغذاء من عدمه.

التبدل (التشكل) والنمو بعد الجنيني

التبدل Metamorphosis عبارة عن التغيرات التي تحدث للحشرة منذ فقسها من البيضة مروراً باطوارها المختلفة حتى تصل الى طور الحشرة اليافعة في حين ان التطور Evolution– عبارة عن التغيرات التي تحدث للحشرة الكاملة علي مر العصور والفترات الزمنية البعيدة مثل ماحدث لبعض انواع السوس والتى كان لها بوز قصير ولكن بعد حدوث الطفرات الناشئة عن التغيرات البيئية اصبح لها بوز طويل وبالتالى اصبحت افة خطيرة على المنتجات والمحاصيل.

وتتميز الحياة بعد الجنينية في الحشرات كما ذكرنا بالنمو المرتبط بالتغير الشكلي الذي يتم في تتابع طويل المدى منذ فقس الحشرة من البيضة حتى تصل إلى الطور الكامل وترتبط هذه التغيرات الشكلية مثلما ترتبط بالنمو بتغيرات في سلوك الحشرة ويطلق على هذا التتابع من الاختلافات الشكلية التبدل أو التشكل Metamorphosis، وقد يكون هذا التتابع غير ملحوظ عندما يخرج من البيضة فرد مشابه لأبويه كما في

الحشرات عديمة الأجنحة Apterygota أو قد يكون واضحا ولكنه في تدرج منتظم وذلك عندما يفقس من البيضة طور يسمى الحورية Nymph يتشابه مع الحشرة الكاملة إلا قليلا، بينما يصعب في حالات أخرى تتبع هذا التغير الشكلي إذ يخرج من البيضة طور مختلف كثيرا في الشكل والسلوك عن أبويه يسمى اليرقة Larva، مثل الذبابة المنزلية التي تعيش يرقاتها العديمة الزوائد في القمامة والتي تتغذى بأجزاء فمها القارضة على المواد العضوية المتحللة، بينما الحشرة الكاملة تخالف تماما هذا الطور فهي تطير بأجنحتها القوية وتصبح حرة الحركة وتلعق السوائل بأجزاء فمها اللاعقة، وعندما تصل اليرقة إلى تمام نموها تسكن في صورة شكلية مختلفة عما سبق يطلق عليها طور العذراء Pupa يحدث بداخلها انقلاب فسيولوجي به تتحول أنسجة اليرقة وأجهزتها إلى الصورة التي يجب أن تكون عليها وهي في طور الحشرة الكاملة Adult بحيث يشمل هذا تغيرات في سطح الجسم بما يحمل من تراكيب وزوائد وصفائح وميازيب، كما يكتمل نمو الجهاز العصبي وتتحد بعض عقده لتكون مراكز عصبية هامة كما يتغير أيضا شكل القناة الهضمية حيث تنمو أو تختزل بعض أجزائها وذلك لتباين نوع الغذاء بين طوري اليرقة والحشرة الكاملة، كما تظهر الأجنحة خارجيا بعد أن كانت تنمو داخليا خلال الطور اليرقي ويتطور التكوين العضلي بما يتلاءم مع تراكيب الحشرة الكاملة، وتعتمد كل هذه التغيرات السابقة على المخزون من الغذاء داخل الأجسام الدهنية وعلى سكر الدم والعضلات وبعض الأنسجة الأخرى في جسم اليرقة ويتم ذلك بوسيلتين مترابطتين هما هدم أنسجة لبناء أنسجة أخرى حيث تتحلل بعض أنسجة اليرقة بالأنزيمات وبمساعدة الخلايا الدموية المهاجمة لتتحول إلى مواد غذائيةلازمة لبناء أنسجة الحشرة الكاملة.

فإذا وصلت الحشرة إلى طور الاكتمال فإن خاصية النمو المرتبطة بالانسلاخ والتشكل تقف عادة، لتبدأ مرحلة البلوغ وما يرتبط بها من تكاثر، ويختلف عدد الانسلاخات في اليرقات والحوريات باختلاف الأنواع المختلفة من الحشرات، لذلك يميز النوع الواحد عدد ثابت من الانسلاخات في هذين الطورين، ويطلق على المدة التي تقضيها الحشرة بين كل إنسلاخين متعاقبين بالفترة Stadium (الجمع فترات Stadia) وعلى طور الحشرة ذاتها بين هذين الانسلاخين بالدور أو العمر Instar، فيقال عن الفترة بين الانسلاخ الأول والثاني في يرقة ما بالفترة اليرقية الثانية Second Larval Stage وتكون اليرقة ذاتها في هذه المرحلة في العمر اليرقي الثاني Second Instar Larva والعمر اليرقي الأول هو ما يرتبط بالفترة ما بين الفقس من البيضة والانسلاخ الأول، وهكذا تتوالى الأعمار اليرقية حتى تصل الحشرة إلى صورتها الكاملة وتعرف حينئذ بالطور اليافع أو الكامل Imago or Adult ولا تحدث انسلاخات في هذا الطور إلا في مجموعة Apterygota، هذا وتقسم الحشرات طبقا لتبدلها (تشكلها) أو عدمه إلى الأقسام الآتية:

أ- حشرات عديمة التبدلAmetabolus insects:

وفيه يكون التغير الشكلي أثناء النمو بعد الجنيني في هذه المجموعة من الحشرات غير ملحوظ إذ يفقس من البيضة طور يشابه الأبوين فيما عدا أنه أصغر حجما. يزداد هذا الطور في الحجم بواسطة عديد من الانسلاخات التي قد تستمر بالرغم من قدرة الحشرة على التزاوج كما تتميز هذه الحشرات ايضا بانعدام الأجنحة كما في رتبتي الحشرات ذوات الذنب القافز Collembola وذات الذنب الشعري Thysanura.

ب- حشرات ذات تبدلMetabolus insects:

تنقسم هذه المجموعة من الحشرات على مجموعتين:

١- حشرات ذات تبدل غير كامل (ناقص) Hemimetabola:

يستمر جنين هذه المجموعة من الحشرات داخل البيضة حتى يصل إلى درجة متأخرة من النمو وقد أمضى المظاهر الجينية الثلاثة، المظهر ذات الأقدام الأولية Protopod، والعديد الأقدام Polypod، والمحدد الأقدام Oligopod، ليخرج في طور يطلق عليه طور الحورية Nymph والتي يميزها خلال فترة معينة من حياتها نتوءات الأجنحة الخارجية وتنقسم هذه المجموعة من الحشرات إلى:

أ) حشرات ذات تبدل ناقص تدريجي Paurometabola:

وفيه تتشابه الحورية مع الحشرة في التراكيب والسلوك لوجودهما معا في وسط واحد، وتخرج الحورية الحديثة الفقس من البيضة مختلفة عن الحشرة الأم في انعدام أجنحتها وعدم اكتمال نضج أعضائها التناسلية وتظهر نتوءات الأجنحة خارجية على جسم الحورية أثناء النمو وتنمو هذه النتوءات وكذلك تنضج الأعضاء التناسلية تدريجيا بعد كل انسلاخ حتى يتم اكتمالها فتصبح الحشرة قادرة على الطيران والتناسل مثل الجراد والصراصير والبق الحقيقي شكل (٧٦).



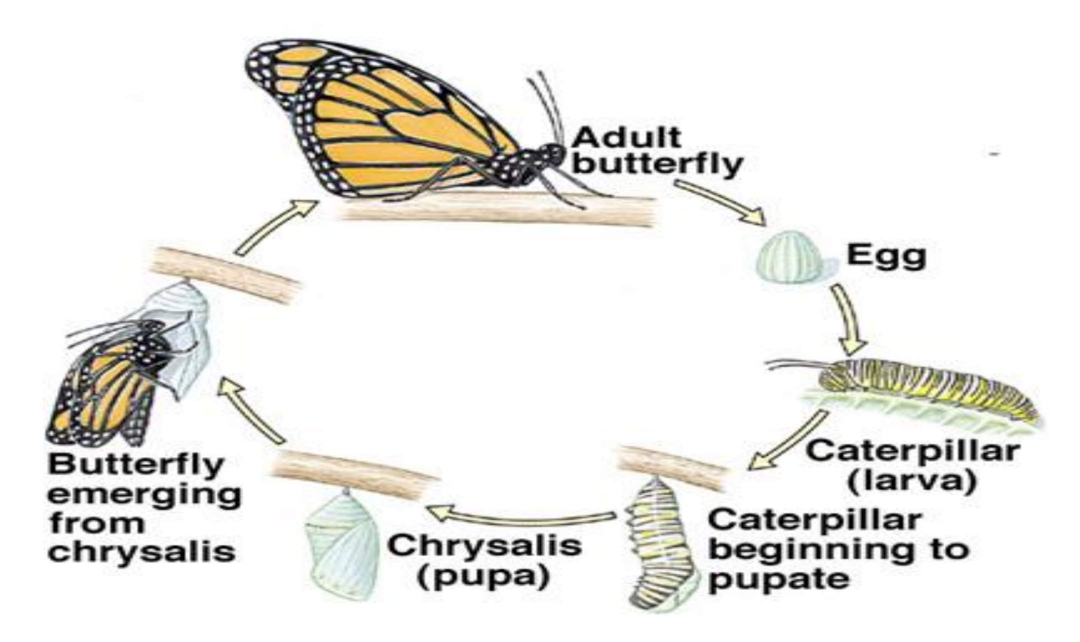
ب) حشرات ذات تبدل ناقص غير تدريجىHeterometabola:

في هذه المجموعة من الحشرات يقضي طور الحورية حياته في وسط يختلف عن الوسط الذي تسكنه الحشرة الأم كأن تعيش الأولى في الماء والثانية على البر، هذا التباين في المسكن يؤدي إلى تحورات تركيبية معينة في كل حالة تتواءم ونوع المعيشة كأن تتنفس الحورية بالخياشيم بينما تتنفس الحشرات الكاملة بالثغور التنفسية وأيضاً قد تختلف طريقة التغذية ونوع الغذاء مما يتسبب عنه اختلاف في تركيب أجزاء الفم في الحورية عن الحشرة الكاملة مثل حشرات الرعاشات وذباب مايو.

٢) حشرات ذات تبدل كامل Holometabola:

في هذه المجموعة يفقس الجنين من البيضة في طور مبكر من النمو يطلق عليه يرقة Larva تختلف كثيرا في الشكل والسلوك عن أبويها وحيث تنمو أجنحة الحشرةأثناء طور اليرقة في صورة براعم تختفي داخل الصدر وعند اكتمال نمو اليرقة تتحول إلى عذراء وهو طور ساكن فيه تظهر الأجنحة خارجيا على الجسم وتتحور كل أعضاء اليرقة إلى ما ينبغي أن تكون عليه هذه الأعضاء في طور الحشرة الكاملة ومن أمثلة

هذه المجموعة جميع حشرات داخلية الأجنحة Endoptergota كالفراشات والخنافس والذباب الحقيقي والنحل شكل (٧٧).



شكل (٧٧) يوضح التطور الكامل في بعض حشرات حرشفية الاجنحة

الأطوار الغير كاملة Immature forms:

في دورات حياة الأنواع المختلفة من الحشرات نجد أن الأطوار الغير كاملة تتكون من البيضة واليرقة وطور ما قبل العذراء والعذراء والحورية، ولقد تحدثنا فيما سبق عن طور البيضة وفيما يلي وصف موجز لبقية الأطوار.

اليرقة The Larva:

هي الطور المبكر الذي يخرج من بيض الحشرات كاملة التطور والتي تختلف عن الحشرة الكاملة من حيث التركيب الداخلي والسلوك حيث تتميز اليرقة عن الحورية بأن نتوءات الأجنحة تنمو في الأولى داخليا وفي الثانية خارجيا، كما تكون العيون في اليرقة بسيطة وفي الحورية مركبة. وتخرج اليرقة من البيضة في أحد المظاهر الجينية الثلاثة السابق ذكرها، ونتيجة لذلك تنقسم الأشكال اليرقية في الحشرات كاملة التطور إلى **الأنماط الرئيسية التالية:**

١- اليرقة ذات الأرجل الأولية Protopod type:

وفيه تخرج اليرقة من البيضة وجميع أجهزتها الداخلية في حالة مبكرة من النمو وتكون حلقات الجسم وخاصة البطنية منها غير واضحة وزوائد الرأس أثرية، وتنعدم الثغور التنفسية شكل (٧٨-أ) وتشاهد هذه اليرقات في الحشرات داخلية التطفل من رتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera التي تضع بيضا فقيرا في المح وتخرج منه يرقة تعتمد في غذائها على الغذاء المتوفر في دم عائلها لأنها تكون غالبا من النوع المتطفل.

٢- اليرقة عديدة الأرجل Polypod type:

تخرج هذه اليرقات من البيضة أكثر نموا من السابقة شكل (٧٨-ب)، جسمها اسطواني Eruciform لحمي قليل الشيتين (غير صلب) والأرجل الصدرية ضعيفة التكوين مختزلة إذا ما قورنت برجل الحشرة اليافعة، ويتكون البطن من عشر حلقات لبعض منها أرجل أولية Prolegs تنتهي بمخالب خطافية الشكل، ويختلف توزيع وعدد هذه الأرجل على حلقات البطن باختلاف نوع الحشرة، إذ يكون عددها خمسة أزواج متصلة بالسطح السفلي للحلقات الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة والعاشرة (الأخيرة) في غالب اليرقات التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة ويزيد عدد الأرجل عن خمسة في الزنابير المنشارية بينما يقل العدد عن ذلك في اليرقات النصف قياسه التي لها ثلاثة أزواج من الأرجل على الحلقات البطنية الخامسة والسادسة والعاشرة، ولليرقات القياسة التابعة لفصيلة Geometride (من حرشفية الأجنحة) زوجان من الأرجل متصلان بالحلقتين البطنيتين السادسة والعاشرة.

٣- اليرقة قليلة الأرجل Oligopod type:

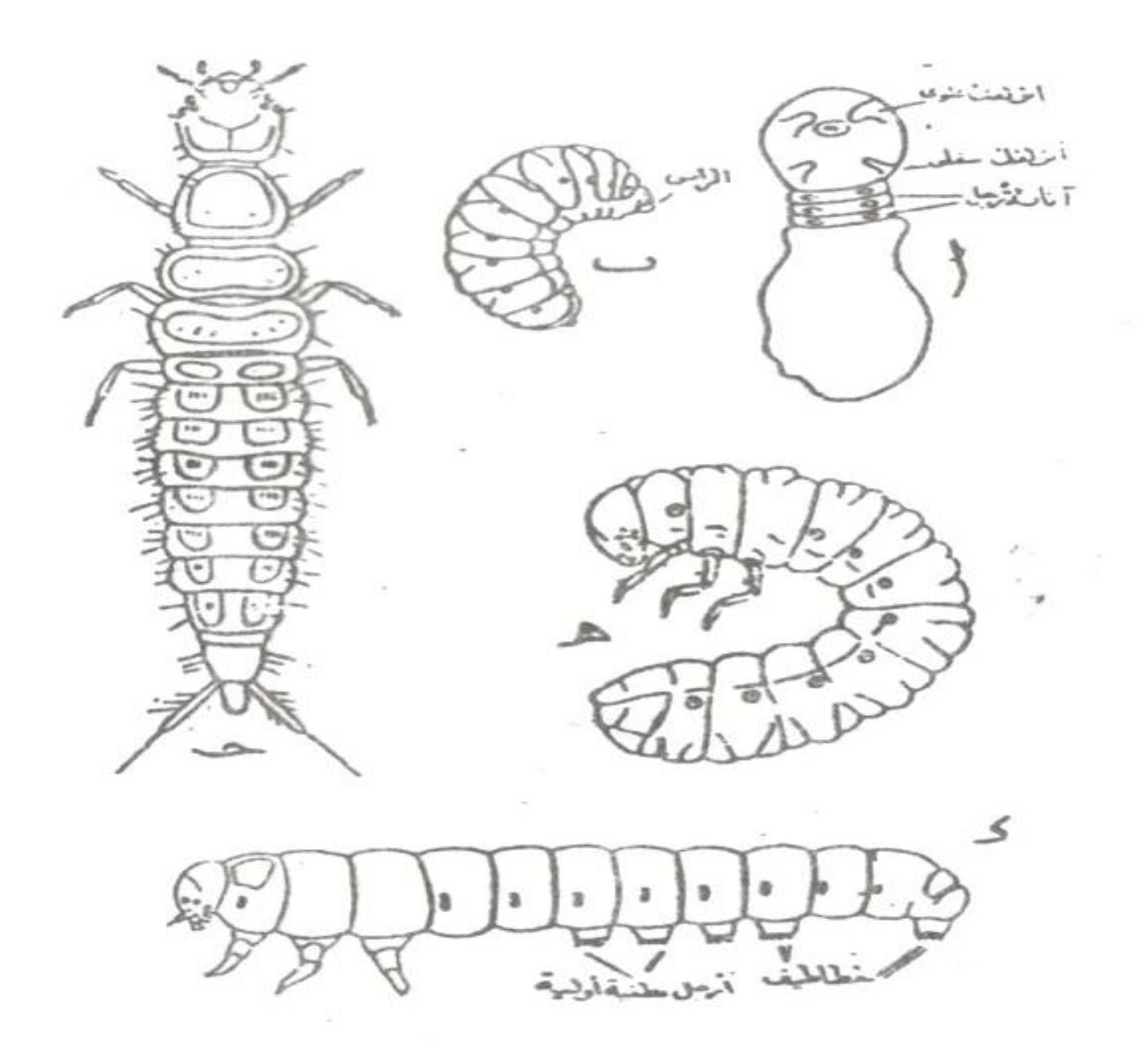
وفيه تتميز الأرجل الصدرية إلى حلقاتها المعروفة مما يجعل اليرقة أكثر نشاطا وحركة عن اليرقات السابقة وتتلاشى فيها الأرجل البطنية الأولية نهائيا وهذا هو ملحوظ هذه التسمية وتنقسم اليرقات بدورها إلى النموذجين التاليين:

أ- اليرقات المنبسطة Campodeiform Larvae التي تتميز بجسمها المنضغط من أعلى لأسفل، ذي الجدار الصلب، قرنا الاستشعار، والأرجل الصدرية نامية ومميزة إلى قطع. البطن عديمة الأرجل الأولية ومقسمة إلى حلقات واضحة تنتهي الخلفية منها غالبا بزوج من النموات الذنبية شكل (٧٨-جـ) وهذا النوع من اليرقات غالبا ما يكون مفترس مثل يرقات خنفساء السيبستر، ويرقات الحشرة الرواغة.

ب- اليرقات الجعالية Scarabaeiform وهي إحدى نماذج اليرقات الوسطية Intermediate Larvae، أي التي تقع مظهريا بين النموذج عديد الأرجل والنموذج محدود الأرجل مثل يرقات فصيلة الجعال Scarbaeidae التابعة لرتبة غمدية الأجنحة والتي تتميز بجسمها الاسطواني الممتلئ المقوس الذي يأخذ شكل حرف (C)، جدار جسمها أقل صلابة، وأرجلها الصدرية أقل نموا، ومميزة إلى قطع عنه في اليرقات المنبسطة، مؤخرة البطن منتفخة لا تحمل أي تحورات ذنبية شكل (٧٨-و).

٤- اليرقات عديمة الأرجل Apodous Larvae:

تتميز يرقات هذا النوع بغياب الأرجل الصدرية والبطنية شكل (٧٨-هـ) ولذلك تسمى باليرقات الدودية Vermiform Larvae وهي قليلة الحركة فقيرة في أعضاء الحس ذات جلد رخو، وقد حدثت كل هذه التحورات نتيجة لطبيعة معيشتها بحيث تصبح على مقربة من الغذاء وبعيدة عن الأعداء وهي تقسم بدورها تبعا لتدعيم وتغليظ رءوسها إلى:

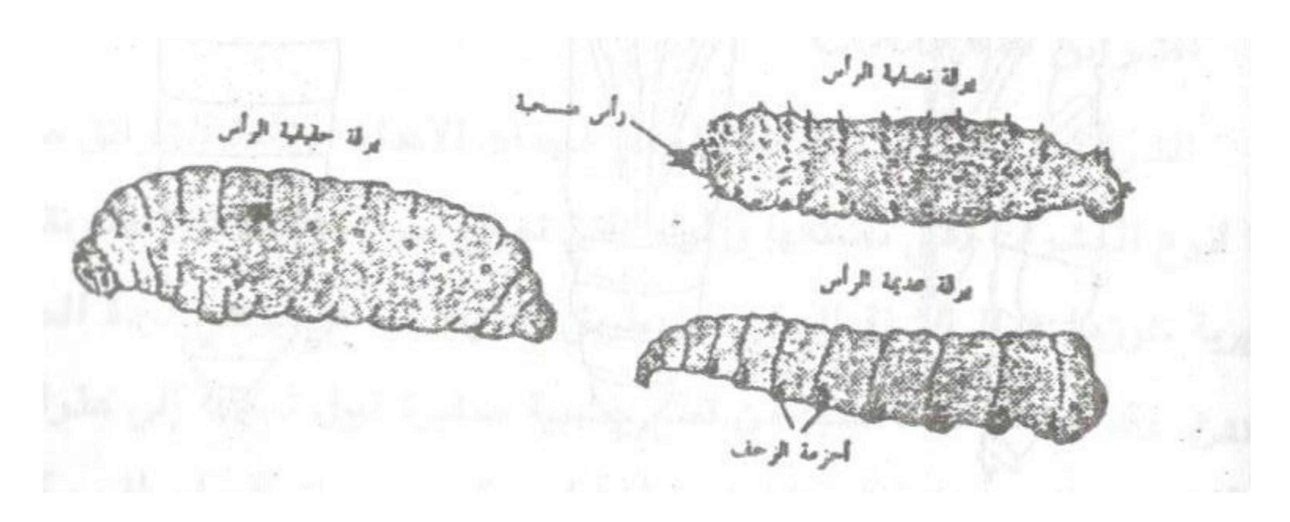


شكل (٧٨): نماذج اليرقات (أ) يرقة أولية لطفيل Platygaster، (ب) يرقة عديمة الرجل في النحل (جـ) يرقة منبسطة لخنفساء Philonlws SP، (د) يرقة اسطوانية (هـ) يرقة مقوسة لإحدى أنواع الجعال

أ- يرقات ذات رءوس واضحة Eucephalous Larvae وهي يرقات عديمة الأرجل ذات رءوس نامية التغليظ وتكوين الصفائح كما في يرقات البعوض ويرقات فصيلة Cyrambycideae شكل (٧٩-أ)

ب- يرقات ذات رءوس ناقصة التكوين Hemieucephalous Larvae وفيها يختزل نمو صفائح الرأس نحو الصدر كما في يرقات بعض الحشرات ذات الجناحين شكل (٧٩-ب).

جـ- يرقات ليس لها كبسولة للرأس Acephalous Larvae مثل يرقات الذباب المنزلي. شكل (٧٩-ج)



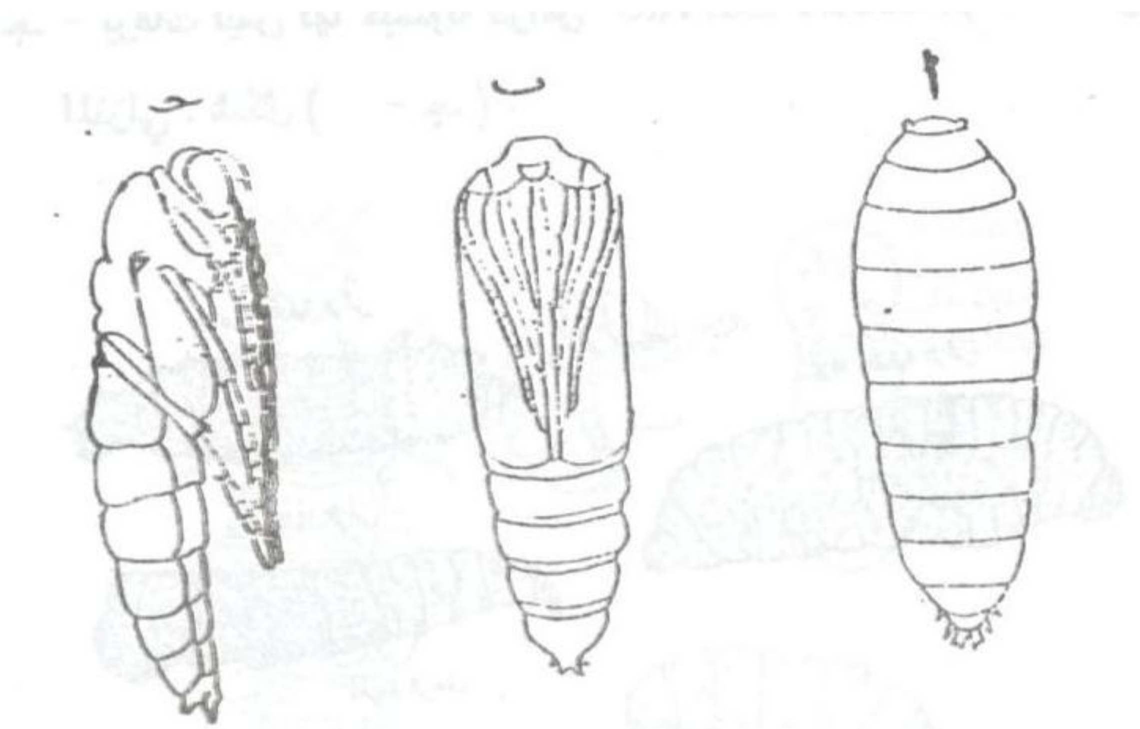
شكل (٧٩)

طور ما قبل العذراء Prepupa:

قد تسكن الحشرات في العمر اليرقي الأخير لمدة يومين أو ثلاثة أيام قبل تعذرها، وفي كثير من الحالات تكون الحشرة أثناء تلك الفترة في طور العذراء التمهيدية Pharate pupa الذي قد يسمى بطور ما قبل العذراء Prepupa، ولكن يراعي أنه لا يمثل طورا مميزا موفولوجيا، ومع ذلك ففي الحشرات التابعة لرتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera وفي ذكور Coccidae توجد مرحلة مميزة تسمى بطورها قبل العذراء حيث تمثله مظهر ساكن يلي الطور اليرقي ويعقبه مظهر ساكن ثاني أي طور العذراء.

طور العذراء The Pupa:

العذراء هي الطور الساكن الذي يلي طور اليرقة أو طور ما قبل العذراء في الحشرات ذات التبدل التام ويعتبر هذا الطور طورا انتقاليا تتحول فيه كل أعضاء اليرقة إلى أعضاء الحشرة اليافعة (كما ذكرنا سابقا) ويختلف شكل العذارى شكل (٨٠) في المجموعات المختلفة من الحشرات وفيما يلي أهم صور العذارى:



شكل (٨٠): نماذج العذارى. (أ) عذراء مستترة لأحد أنواع الذباب، (ب) عذراء مكبلة لأحد الفراشات، (جـ) عذراء حرة لأحد أنواع الزنابير

١- العذراء الحرة Exarate or Free Pupa:

وتتميز بأن أجزاء الفم وقرنا الاستشعار والأجنحة والأرجل حرة الحركة، وتتصل بالجسم في مواضع الاتصال الطبيعية ومن أمثلة هذا النوع عذارى رتبتي غمدية وغشائية الأجنحة.

٢- العذراء المكبلة Obtect Pupa:

وفي هذا النوع تلتصق الزوائد (أجزاء الفم وقرنا الاستشعار والأجنحة والأرجل) بواسطة إفراز يتكون أثناء الانسلاخ اليرقي الأخير ولذلك لا تتضح هذه الزوائد إلا في صورة خطوط بارزة على سطح الجسم، يوجد هذا النوع من العذارى في رتبة حرشفية الأجنحة وغالبا ما تصنع اليرقات (قبل التعذير مباشرة) شرنقة تتحول بداخلها إلى عذراء.

٣- العذراء المستورة Coarectate Pupa:

وفي هذا النوع تكون العذراء حرة ولكنها تختفي دائما داخل جليد الانسلاخ الأخير لليرقة التي لا تستطيع أن تنفصل عنه أثناء عملية الانسلاخ بل تتحول بداخله إلى الطور الساكن، لذلك لا يعتبر مثل هذا الانسلاخ كاملا، ويطلق على جليد الانسلاخ في هذهالحالة غطاء العذراء Puparium الذي يقوم بنفس وظيفة الشرنقة في الحماية من الأعداء كما في حالة العذراء المكبلة، يوجد هذا النوع من العذارى في أنواع الذباب مثل الذباب المنزلي.

الشرانق Cocoons:

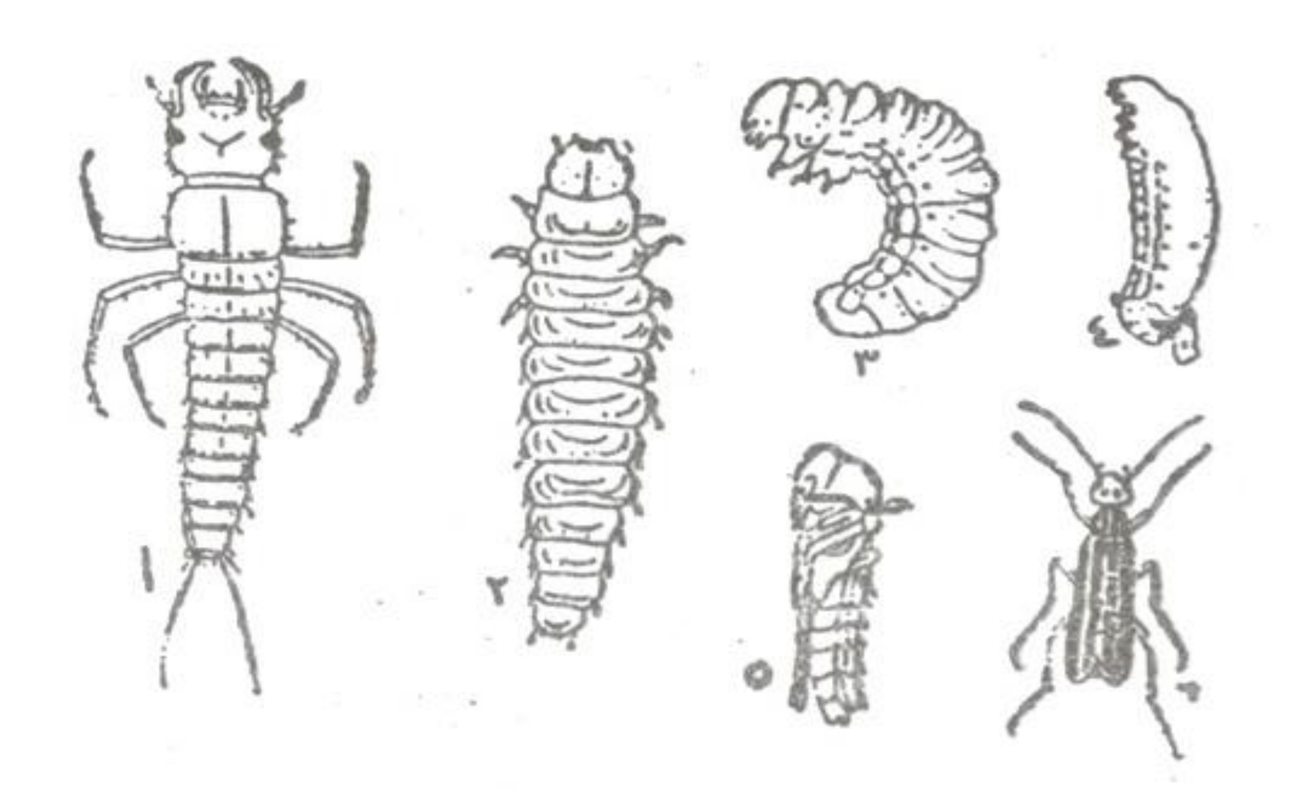
الشرنقة هي غطاء يحمي العذراء من هجمات الأعداء، وتأخذ الشرانق صورا شتى تبعا لنوع الحشرات التي تصنعها والمواد التي تصنع منها، فقد تتكون الشرنقة من مادة حريرية تفرزها غدتا الشفة السفلى عن طريق الغازله كما في يرقتي دودة الحرير ودودة الخروع وقد تصنع اليرقة خلية من قطع خشبية صغيرة قبيل تحولها إلى عذراء لتحتمي بها أثناء طور العذراء كما في ناخرات الأخشاب مثل دودة ساق الصفصاف، كما أنها قد تكون من الطين كما في اليرقات الأرضية مثل يرقات الدودة القارضة وتخرج الحشرة الكاملة من الشرنقة الحريرية أو من غطاء العذراء Puparium بقرض الجدار المحيط بواسطة أجزاء الفم القارضة في الحشرات ذوات أجزاء الفم القارض، أما في الحشرات ذات أجزاء الفم الماص فتوجد بها تحورات تختص بشق الشرانق حيث تحمل الرأس أحيانا عضوا خاصا لهذا الغرض أو يحدث هذا الشق بواسطة زوج من الأشواك القوية يوجد عند قاعدة الجناح الأمامي للحشرة. تصنع بعض اليرقات في مقدمة الشرنقة صمام مخروطي الشكل تدفعه الحشرة عند خروجها من الشرنقة، وتفرز بعض الحشرات سائلا ترطب به جدار الشرنقة فيسهل فقسها من خلال هذا المكان الرطب كما في دودة القز.

الحورية The Nymph:

في الحشرات ذات التبدلالناقص يفقس من البيضة طور يسمى بالحورية Nymph يتشابه مع الحشرة اليافعة من حيث تركيب الأرجل وسمك جدار الجسم وما يحمل من أعضاء حس ولا تختلف عنها إلا بعد اكتمال كل من الأجنحة وأعضاء التناسل، وتتميز الحورية، عن اليرقة سالفة الذكر بوجود نتوءات الأجنحة الخارجية التي تنمو ويزداد حجمها بعد كل انسلاخ، وكذلك العيون المركبة كاملة النموفضلا عن هذا فإنه عندما يختلف الوسط الذي تعيش فيه الحشرة اليافعة عن الحورية في النوع الواحد من الحشرات فإنه يتبع ذلك وجود تحورات تركيبية في الحورية لتؤدي وظائف تلائم هذا التباين المعيشي. ويظهر هذا واضحا في رتبة الرعاشات Odonata حيث تعيش الحورية في الماء وتتنفس بالخياشيم كما تفترس الحيوانات المائية الصغيرة بواسطة شفة سفلى كبيرة الحجم تستعمل في القبض على الفريسة، بينما تعيش الحشرات اليافعة على اليابس وتتنفس بواسطة الثغور التنفسية ولا يوجد بها مثل هذه التحورات الأخيرة.

فرط التبدل في الحشرات Hypermetamorphosis:

تتميز غالبية أنواع الحشرات كاملة التبدل Holometabola بأن يرقاتها تنتمي إلى نموذج يرقي من النماذج اليرقية السابق ذكرها ولا يتغير هذا النموذج أثناء دورة حياة الحشرة ففي دورة حياة دون ورق القطن مثلا تكون اليرقة دائما من النموذج الأسطواني العديد الأرجل، وفي الذبابة المنزلية تكون اليرقة دائما دودية من النموذج عديمة الأرجل، بينما يتميز عدد قليل من أنواع الحشرات كاملة التطور بنمو متزايد Super-Development حيث تأخذ اليرقة أثناء ذلك النمو أكثر من نموذج، يرتبط كل نموذج يرقي بعمر محدد من أعمار اليرقة، يوجد هذا التطور المفرط Hypermetamorhosis بوضوح في اربع رتب حشرية، شبكية الأجنحة Neuroptera وغشائية الأجنحة Hymenoptera ومطبقة الأجنحة Strepsiptera وغمدية الأجنحة Coleoptera ومن أمثلة الرتبة الأخيرة الخنفساء الحارقة *Epicauta villata* كمافى شكل (٨١) حيث يفقس من البيضة يرقة ذات نموذج منبسط تستمر كذلك في العمر الثاني ثم تنسلخ ليصبح العمر الثالث لها في النموذج الجعالي المقوس الذي يتغير كثيرا أثناء العمر اليرقي الرابع. خلال هذا العمر الأخير تسكن اليرقة لتأخذ مظهرا وسطيا بين طوري اليرقة والعذراء.



شكل (٨١): التطور المفرط في الخنفساء الحارقة *Epicauta uittata*، حيث تأخذ اليرقة أشكالاً متباينة أثناء النمو: ١ و٢ – اليرقة في الشكل المنبسط، ٣- أصبحت اليرقة في شكل جعالي مقوس، ٤- أصبحت اليرقة ساكنة وقريبة الشبه بطور العذراء، ٥- عذراء، ٦- الحشرة الكاملة

الباب الخامس

أولاً: أسس علم تقسيم الكائنات الحية

<u>مصطلحات علم التقسيم:</u>

التسمية Nomenclature:
وتعنى تسمية الكائنات الحية واعطائها اسماء خاصة تتماشى مع القواعد الدولية للتسمية الحيوانية.

التصنيف Classification:
هو ترتيب المصنفات فى شكل تسلسلى هرمى يبدا بالنوع وينتهى بالمملكة الحيوانية ، او هو ترتيب الكائنات الحية فى مجموعات تبعاً لعلاقات التشابه القريبة جداً فيما بينها.

التقسيم Taxonomy:
هو عبارة عن دراسة وصف وتسمية الكائنات الحية ووضعها فى مراتب تقسيمية اعلى من مرتبة النوع لذا علم التقسيم =التسمية العلمية +التصنيف.

التاريخ التطورى: Evolution
هى عبارة عن دراسة الكائن الحى على مدى العصور المختلفة وملاحظة وتدوين التغيرات التى حدثت له على مر العصور نتيجة حدوث الطفرات وخلافه .

علم النشأة Phylogeny:
هو دراسة نشأة الانواع ومدى علاقات القربى والصلة بينها عن طريق الصفات المورفولوجية اوعن طريق الجينات الوراثية ويكون ذلك موضحا عن طريق شجرة تبين ارتباط العلاقات بين تلك الانواع من الكائنات الحية وتسمى هذة الشجرة شجرة النسب Phylogenetic tree.

علم التقسيم: Systematic
كلمة Systematic اعمق من كلمة Taxonomyحيث نجد ان كلمة Systematic تعنى دراسة وصف وتمييز وتعريف وتسمية الكائنات الحية ودراسة تشكيل الانواع المختلفة ونشاة الانواع وعلاقات القربى بينها ومدى حدوث الطفرات .

أهداف التقسيم:

١- سهولة التعرف على الأنواع المختلفة، وتيسير دراستها وفهم خواصها.
٢- الاستفادة من تطبيق نتائج هذا العلم في كثير من مجالات الحياة مثل: الزراعة – الطب – الصحة العامة – الحفاظ على لثروة الطبيعية، ومن أبرز هذه النواحي الحجر الزراعي والحجر الصحي أو الطب الوقائي الذي يقال عنه: درهم وقاية خير من قنطار علاج.

محاولات العلماء والباحثين في مجال التصنيف:

أ- دور علماء العرب والمسلمين في محاولات جادة، وآراء ناضجة في هذا المضمار، تدل على أصالة فكرهم، ورسوخ قدمهم، ونذكر منهم على سبيل المثال:

١- إخوان الصفا وخلان الوفاء: وقد قاموا بتقسيم الكائنات الحية إلى عدة مرات تضمنتها رسائلهم الشهيرة.
٢- ابن مسكوية: وقد تحدث في كتابه: «تهذيب الأخلاق وتطهير الأعراق» عن أنواع الموجودات، وذكر أن كل نوع منها يبدأ بسيطاً ثم يترقى حتى يبلغ أفق النوع الذي يليه.
٣- ابن خلدون: وقد قرر الفكرة السابقة التي ذكرها «ابن مسكويه» وضمنها كتابه الشهير «مقدمة ابن خلدون».
٤- كمال الدين الدميري: وقد قسم الحيوانات ورتبها تبعاً لحروف الهجاء، وتحدث في هذا التصنيف عن الكثير من طبائع الحيوان وطرائق معيشته، بأسلوب علمي دقيق، وقد حاز على إعجاز المختصين في هذا المجال ممن أتى بعده، نجد ذلك التقسيم في كتابه المعروف باسم «حياة الحيوان الكبرى للدميري».

ب- دور العلماء الغربيين:

لقد كانت هناك محاولات عديدة لغير العرب من علماء الغرب نكتفي بذكر أهمها مثلاً: العالم السويدي «لينيوس».

فمن أبرز أعماله في مجال التصنيف ما يلي:

١- استخدام اللغة اللاتينية في التسمية العلمية.
٢- عرف النوع الحيواني تعريفاً دقيقاً على اعتبار أنه مجموعة متشابهة من الأفراد التي لديها القدرة على التزاوج فيما بينها وإنتاج ذرية خصبة كذلك. وبهذا التعريف تخرج الهُجُن مثل البغال حيث أنها نتاج الحمار والفرس وهي (أي البغال) عقيمة لا تستطيع التزاوج فيما بينها وقد دل ذلك على أن كلا من الحمار والفرس نوعين مختلفين لا نوعاً واحداً.
٣- استخدام التسمية الثنائية للكائنات الحية وسنوضحها فيما بعد.
٤- استخدام المراتب التصنيفية التالية:
المملكة – الشعبة – الطائفة – الرتبة – الفصيلة – الجنس – النوع.

طرق التصنيف:

لقد دلت الدراسات التاريخية لعلم التصنيف على وجود عدة طرق نذكر منها ما يلي:

أ- التصنيف الصناعي Artificial classification:

وتقسم الحيوانات في هذا النوع من الطرق التصنيفية باعتبارات شتى، إما تبعاً لنوع غذائها أو البيئة التي تعيش فيها، أو تبعاً لتوزيعها الجغرافي في المناطق المختلفة من العالم. وذلك على النحو التالي:

١) فتقسم تبعاً للبيئة التي تعيش فيها إلى:

- حيوانات برية (تعيش على اليابس)، حيوانات مائية (تعيش في الماء)

٢) وتقسم تبعا لنوع غذائها إلى:

- آكلات اللحوم Carnenforous.
- آكلات العشب Phytophagous.
- المترممات Saprophagous.
- الكانسات Scaphengers.

وما يؤخذ على هذا التصنيف أنه لا يهتم بعلاقات القُرْبى بين أفراد المجموعة الواحدة، وعليه فإنه لا يقدم فائدة علمية بقدر ما يقدم فائدة اقتصادية في بعض الأحيان.

ب- التصنيف الطبيعي القديم Old Natural Classification:

ويعني هذا التصنيف بترتيب جميع الكائنات الحية ووضعها في قسمين كبيرين يطلق على كل منهما مملكة، هما:

١- المملكة النباتية Plant Kingdom.

٢- المملكة الحيوانية Animal Kingdom.

شريطة أن تقسم كل مملكة إلى عدة مجاميع متدرجة تبعاً لعلاقات القربى بين أفراد كل منها مع إبراز هذه العلاقة على نحو ما سنوضحه في الكلام عن التسمية الثنائية فيما بعد.

ويعتمد هذا التصنيف على الأسس العلمية التالية:

(١) مقارنة كل من الشكل الخارجي (Morphology) والتشريح الداخلي

(Anatomy) لأفراد المجموعة الواحدة، مع مراعاة ذلك عند مقارنتها بأفراد المجموعات الأخرى.

(٢) مقارنة أحجام الحيوانات وتناسب الأجزاء وتكوينها.

(٣) تعتبر مرتبة النوع Species هي الوحدة الأساسية في هيكل التصنيف الطبيعي بصفة عامة.

(٤) تشترك أفراد المجموعات الحيوانية الكبيرة مع بعضها في صفات هامة وفاصلة.

وتقسم المملكة الحيوانية تبعاً لطريقة التصنيف الطبيعي القديم إلى الأقسام التالية:

عويلم وحيدات الخلايا Sub-kingdom: Protozoa

ويضم شعبة الأوالي Plylum: Protozoa

وتشتمل على أربع شعيبات هي:

١- شعيبة اللحميات Sub-phylum: Sarcodina

ومنها الأميبا الحرة والأنتاميبا الطفيلية.

٢- شعيبة السوطيات Sub-Phylum: Mastigophora

ومنهاك اليوجلينا والتريبانوسوم

٣- شعيبة البوغيات (الجرثوميات) Sub-Phylum: Sporozoa
مثل طفيل البرداء (الملاريا)

٤- شعيبة الهدبيات Sub-Phylum Ciliophora
مثل البراميسيوم والفورتسلا

عويلم نظائر البعديات Sub-Kingdom: Parazoa

ويشتمل على شعبة واحدة وهي:

شعبة المساميات Phylum: Porifera

ومنها الأسفنج بأشكاله المختلفة.

عويلم البعديات Sub-Kingdom: Metazoa

ويقسم إلى قسمين على حسب طبقات جدار الجسم وفراغاته وهي: ثنائية الطبقات Diploblastica.

ويتكون الجسم في هذه الحيوانات من طبقتين (أكتوديرم وأندوديرم) ويشتمل هذا القسم على:

شعبة الجوفمعويات Phylum: Coelentrata

ومنها الهيدرا وشقائق البحر والمراجين الحجرية.

ثلاثية الطبقات: Tripoblastica

وفيها يتكون الجسم من ثلاث طبقات (أكتوديرم – ميزوديرم – أندوديرم) وتقسم حيوانات هذا القسم إلى قسمين أيضاً وهي:

أ- ثلاثية الطبقات لاسيلومية Aceolomata:

وفيها لا يوجد فراغ جسم حقيقي وتشتمل على :

١- شعبة المفلطحات Phylum ; Platyhelminthia

ومنها الديدان الكبدية والبلهارسيا والديدان الشرطية.

٢- شعبة الديدان الاسطوانية Phylum: Nematyhelminthia

ومنها ديدانس الاسكارس والانكلستوما والديدان الدبوسية.

ب- ثلاثية الطبقات السيلومية Coelomata:

وفيها يتكون تجويف الجسم الحقيقي أو فراغ الجسم الحقيقي في طبقة الميزوديرم حيث يحده طبقتان خلويتان إحداهما أسفل الاكتوديرم ويطلق عليها المبطن الجداري، والأخرى تقع أعلا طبقة الأندوديرم ويطلق عليها المغلف الحشوي، ويشتمل هذا القسم على :

١- شعبة الحلقيات Phylum : Annelida

ومنها ديدان الأرض – ديدان البحر- والطفيليات

٢- شعبة مفصليات الأرجل Phylum: Arthropoda

ومنها العنكبوتيات والقراديات والحشرات وعديدات الأرجل.

٣- شعبة الرخويات Phylum : Mollasca

٤- شعبة شوكيات الجلد Phylum: Echinodermata

٥- شعبة الحبليات Phylum Cordata

ومنها الأسماك – والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

التصنيف الطبيعى الحديث New Natural Classification :

ونظراً للدراسات المستفيضة التى قام بها علماء الأحياء في مختلف تخصصاتهم التى شملت علوم الأحياء الدقيقة الميكروبيولوجي والفسيولوجي والتشريح والتوزيع الجغرافي للكائنات الحية والتركيب وكيمياء الخلايا وغيرها بفضل العلماء إلي التصنيف الطبيعي الحديث وفيه تقسم الكائنات إلي الممالك الأربع التالية:

١- مملكة البدائيات Kingdom: Monera

وهى كائنات أولية عديمة الأنوية، تغيب فيها البلاستيدات والميتوكوندريا، وتتغذى بالامتصاص أو التمثيل الضوئى وتضم كلا من شعب البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة.

٢- مملكة الطلائعيات Kingdom :Protista

وهى كائنات أولية تحتوى على أنوية وتوجد بها جميع عضييات الخلية، وتضم كلا من شعب الطحالب الخضراء والطحالب الذهبية والطحالب الحمراء والفطريات الأولية.

٣- مملكة النبات Metaphita:Kingdom

وتمتاز خلاياها بوجود الجدر والأنوية، وتتغذى أساساً بالتمثيل الضوئى، تضم شعب الحزازيات والنباتات الوعائية مثل السراخس والنباتات البذرية.

٤- مملكة الحيوان Kingdom :Metazoa

وتضم شعب الحيوان جميعاً ابتداء من الاسفنجيات وانتهاء بالحبليات.

في الوقت الحالي وجد العلماء ان هناك قليل من الكائنات الحية مثل الفيروسات والبكتيريا لا تنتمى الى اى من مملكتى النبات او الحيوان وهذة المجموعة من الكائنات تأخذ صفات وسطية بين تلك المملكتين لذا كان احدث تقسيم للممالك انها قسمت الى خمس ممالك :

Kingdom : Animalia
Kingdom :Planta
Kingdom :Fungi
Kingdom :Protoctista
Kingdom :Bacteria

ونظراً لأهمية شعبة مفصليات الأرجل وكثرة عددها وانتشارها في مختلف البيئات والبقاع فقد حظت طوائف هذه الشعبة وأهمها طائفة الحشرات علي الكثير من الاهتمام والدراسة في محاولة لمكافحة الضار منها والاستفادة من الحشرات النافعة كنحل العسل وديدان الحرير وغيرها هذا بالإضافة إلي أن طائفة الحشرات تضم وحدها ما يقرب من ٨٠٠ ألف نوع. ولقد تعددت الدراسات المتعلقة بطائفة أوصف الحشرات وأهمها هي الدراسة التصنيفية بهذه المخلوفات وسوف نلقي مزيداً من الضوء علي هذه الدراسة في النقاط التالية:

المراتب التقسيمية Categories

المراتب الرئيسية :

١- المراتب التقسيمية الدنيا Lower Categories

وتشمل مرتبة النوع Species والنويع Subspecies

أ) مرتبة النوع Species :

وهذه المرتبة هى الوحدة الأساسية فى بناء التصنيف، وأكثرها أهمية ويعرف النوع : بأن مجموعة من الأفراد المتشابهة والمتماثلة شكلاً ووظيفة يمكن أن تتزاوح في الطبيعة وإذا تزاوجت انتجت ذراري خصبة فالعبرة بالتشابة والتماثل والتزاوج في الطبيعة وانتاج ذراري خصبة

ب) النويع Subspecies :

يقصد به جماعة الأفراد المتماثلة –إلى حد ما – والتى انعزلت عن النوع الأصلى واصبحت تعيش فى منطقة جغرافية أخرى بحيث اكتسبت صفات أخرى تميزها عن النويعات المكونة للنوع الأصلى، مع ملاحظة أن لهذه النويعات القدرة على التناسل وإنتاج ذرارى خصبة.

٢- المراتب التقسيمية العليا Higher Categories :

تنحصر المهمة الأساسية فى علي التصنيف على تسمية الأنواع والنويعات، أما تحديد المراتب الأعلى من ذلك كالأجناس والعائلات والفصائل والمراتب ما هى إلا عملية تجميع وترتيب لمجموعات الأنواع، ومرتبتى النوع والنويع أكثر ثبوتاً من المراتب العليا للتقسيم، ولا يعنى ذلك أن المراتب العليا لم تبن وتقترح على أساس سليم، بل يعنى ذلك أن هذه المراتب يمكن أن تكون مجالاً للتغيير، فما يطلق عليه جنس فى زمن ما يعتبر فصيلة فى وقت آخر أو حتى فى نفس الوقت قد يعتبر علماء التقسيم فصلية ما بينما يعتبرها البعض الآخر فوق فصلية Super Family، ويتوقف هذا الاختلاف فى كثير من الأحوال على طبيعة هذه الجماعات

وكميـات الفـروق التقسـيمية بـين افرادهـا فـإن كثـرت اتسـع مجـال الاخـتلاف فـى تحديـد مرتبتهـا التقسيمية.

المراتب الرئيسية :

يمكن أن نستخلص أن عدد المراتب الرئيسية المعترف بها نـهائيـاً إلـى الآن هو سبعة مراتـب لابد وأن يتبعها أى نوع من المملكة الحيوانية فيصنف نحل العسل على سبيل المثال كما يلى :

١. المملكة الحيوانية Kingdom Animalia
٢. شعبة مفصليات الأرجل Phylum Arthropoda
٣. صف الحشرات Class Insecta
٤. رتبة غشائية الأجنحة Order Hymenoptera
٥. فصيلة النحل Family Apidae
٦. جنس نحل العسل Genus *Apis*
٧. النوع Species *melifera*

ويكون الاسم العلمي لنحل العسل *Apis melifera* مكون من مقطعين الأول اسم الجنس ويبدأ بحرف كبير والمقطع الثاني اسم النوع ويبدأ بحرف صغير حتي لو كان دالاً علي علم أو اسم

المراتب الإضافية :

قد دعت الحاجة فى معظم المجموعات الحيوانية إلـى تحديد أكثر للمراتـب التقسيمية السـابقة مما أدى إلى إدخال مراتب إضافية بين المراتب الرئيسية السابق ذكرها وذلك بإضافة مقطع يبدأ بـه اسم المرتبـة الرئيسـية القريبـة لهـا، فالمرتبـة الإضـافية التـى تعلـو مرتبـة رئيسـية تبـدأ بكلمـة فـوق Super تضاف إلى اسم هذه المرتبة أما المرتبة الإضافية التى تكون أسفل المرتبة الرئيسية تضاف كلمة Sub بمعنى تحت إلى الكلمة الرئيسية وبهذا تكون المراتب الإضافية كما فى الأمثلة التالية :

فمثلاً الرتبـة Order تصـبح فـوق Super order ورتيبـة (تحـت رتبـة) Suborder ومـثلاً صف (طائفة) Class تصبح فوق صف Super class وتحت صف (طويئفة) Sabclass.

النهايات المتفق عليها :

الأسماء العلمية لبعض هذه المراتب لها نهايات حرفية متفق عليها كمرتبة فوق الفصيلة Superfamily حيث أن لها نهاية ثابتة وهى Oidea مثل فوق عائلة آباء الدقيق Popilionoidae وللفصائل بالنهاية الطرفية idae مثل فصيلة Papilionidae وتحت الفصيلة (فصيلة) بالحرف inae مثل تحت فصيلة البعوض Culicinae أما القبيلة Tribe فينتهى ini مثل Crobronini.

بعض التعاريف للمراتب التقسيمية العليا :

الجنس The genus :

مرتبة الجنس عبارة عن وحدة تقسيمية إجمالية تتكون من مجموعة من الأنواع القريبة التشابه وتمتاز عن المراتب التقسيمية التى تعلوها بوجوب ذكرها فى الاسم العلمى للدلالة على أن هذا النوع يتبع مجموعة متقاربة من الأنواع لها خواصها التى يدل على اسم الجنس ويمكن تعريف الجنس بأنه "الوحدة التقسيمية التى تحوى نوعاً واحداً أو مجموعة من الأنواع المتقاربة الصفات ذات الأصل الواحد والتى تفصلها عن أنواع الأجناس القريبة ثغرة واضحة وأن هذه الثغرة تتناسب عكسياً مع حجم الوحدة التقسيمية".

فالجنس ما هو إلا مرتبة تقسيمية بنيت على أساس كثرة الأنواع لدرجة يصعب معها تميز الأنواع بعضها مع البعض الأمر الذى أدى إلى ضمها فى مجموعات مختلفة الأحجام تحددها فوارق مختلفة، وكلما كانت المجموعات كبيرة كلما قلت فوارق التمييز بينها وبالتالى ضافت الثغرة الفاصلة بين هذه المجموعات التى تكون الأجناس.

الفصيلة Family :

نجدها في كتب كثيرة (العائلة) ومجمع اللغة العربية يرأها فصيلة أفضل من عائلة.

هى الوحدة التقسيمية التى تحوى جنساً واحداً أو مجموعة من أجناس ذات أصل واحد ويفصلها عن أى مجموعة أخرى من الأجناس (أو بمعنى آخر أى فصيلة أخرى) ثغرة واضحة.

الرتبة Order :

هى الوحدة التقسيمية التى تحوى مجموعة من الفصائل القريبة فى التقسيم والتى لها تحوراتها المختلفة وصفاتها المكتسبة من ظروف البيئة المحيطة بها حيث تحتل كل منها (أى الفصائل) مناطق إيكولوجية خاصة بها عادة.

أسماء الرتب ونهاية أسماء الرتب الحشرية:

اشتقت الأسماء العلمية للرتب الحشرية غالباً من اللغة اليونانية ولأن أغلب هذه الرتب يضم حشرات مجنحة لذلك بنيت هذه الأسماء بحيث يشير الشق الأول من كل اسم إلى صفات الأجنحة مرتبطاً بالأصل اليونانى Preta ومعناه الأجنحة (مفردة جناح Pteron) وينتهى الاسم العلمى لرتب الحشرات عديمة الأجنحة، مثل ذوات الذنب الشعرى Thysnura وثنائية الذنب Diplura وأولية الذنب Protura والقمل الماص Anoplura بالأصل اليونانى Oura ومعناه ذنب كما ينتهى الاسم العلمى لرتب الحشرات التى انعدمت أجنحتها ثانوياً، مثل خالية الأجنحة Zoraptera وخافية الأجنحة Siphonaptera بالأصل اليونانى Aptera ومعناه عديم الأجنحة، وهناك من أسماء الرتب، مثل أسماء رتب الحشرات ذوات الذنب القافز Collembola والرعاشات Odonata والشبحيات Phasmidae والقمل القارض Mallophaga بنيت على اسس تشير إلى تركيب أو مظهر معين أو صفة بيولوجية خاصة تتميز بها حشرات الرتبة.

وسنوضح ذلك إن شاء الله تعالى عند ذكر رتب الحشرات، قرين أسماء كل رتبة ليتبين للدارس لماذا سميت باسمها الخاص بها.

التسيمة العلمية أو التسمية الثنائية Binominal Nomenclature

لكل حشرة أو حيوان اسمه العادى أو المحلى Common Name الذى يطلق عليه والذى يختلف باختلاف الأقطار أو البلدان، بل قد يختلف داخل القطر الواحد باختلاف المكان. بحيث يطلق على الحشرة الواحدة اسمان مختلفان أو أكثر فى القطر الواحد فما بالك فى الأقطار المختلفة، فلو اعتمد على الأسماء المحلية فى التسمية لسادت الفوضي واختلطت الأسماء ولم يتيسر للعلماء تبادل الآراء نحو حشرة ما لتعدد التسمية، ولهذا، ولكى تصبح لكل حشرة أو حيوان اسمه المميز له ولقبة المحدد Distinctive appelation، وليظل اسمه لاصقاً به دون غيره من الحيوانات أو الحشرات فى جميع أنحاء العالم، كان من المحتم (لكى نتفادى تلك الأسماء المحلية ولإيجاد لغة موحدة يفهمها ويتفاهم بمقتضاها العلماء أو الباحثون فى كل مكان وزمان) وضع النظام لمعروف بالتسمية الثنائية Binimunal Nomenclature حيث يعطى كل نوع Species من الحيوانات إسماً باللغة اللاتينية أو محولاً إلى اللاتينية ومكوناً من كلمتين متتاليتين، الكلمة الأولى اسم جنس Generic Name وتكتب بدايتها بحرف كبير Capital Latter والثانى اسم نوع Specific Name وتكتبدايتها بحرف صغير Small Latter حتى ولو كانت اسم علم، ويعقب هذان الاسمان بلقب اسم المؤلف (أو مختصر من هذا اللقب) وهو الذى قام بوصف وتسمية هذا النوع، وإذا أريد كتابة اسم الجنس فقط دون اسم النوع لابد أن يلحق – باسم الجنس كلمة Species مكتوبة بصيغة

مختصرة .sp مثلاً. *Nezara* sp. تدل على نوع واحد من أنواع جنس *Nezara* وأما إذا اريد أن ينسب إلى الجنس أكثر من نوع واحد فيجب أن تلحق باسم الجنس الكلمة المختصرة .spp وهى صيغة الجمع المختصر فمثلاً. *Agrotis* spp. تدل على علي نوعين أو أكثر Agrotis والأسماء العلمية تطبع دائماً بحرف مائلة ماعدا اسم المؤلف فيكتب بالحروف العادية، وإذا كتب الاسم العلمى باليد أو الآلة الكاتبة فيميز بوضع خط تحت اسم الجنس وخط تحت اسم النوع، وعموماً فللتسمية العلمية قواعدثابتة منصوص عليها فى لائحة معتمدة لقواعد التسمية العلمية Gode of Rules of Nomenclature منذ عام ١٩٠١ بناءاً على تصديق دولى للتسمية الحيوانية حتى لا يحدث ارتباك فى التسمية العلمية ويطلق اسم نوع حشرى على أنواع مختلفة من الحشرات.

أما النويع (تحت نوع) Subspecies فهو كما وضحنا فيما سبق بأنه سلالة جغرافية Geographicol Race من النوع والفروقات بين نويعات النوع الواحد ليست قاطعة فى أبعاده، بل قد تكون متداخلة ولا سيما فى الأحوال التى يتأتى فيها تلاقى سلالات ببعضها من أمكنة متقاربة حيث تتداخل بدرجة يستحيل أن ينسب فرد معين إلى نويع أو سلالة بالذات.

ويتكون الاسم العلمى للنويع من ثلاث كلمات هما اسم الجنس واسم النوع كما وضحنا فى النوع أما الكلمة الثالثة تعبر عن اسم النويع فى صورة صفة مميزة للسلالة، فمثلاً نوع القمل الماص المتطفل على الإنسان اسمه العلمى *Pediculus humanus* يتبعه سلالتين، احداهما تعيش على الرأس وتسمى *Peduculus huminus Capitis* والأخرى على الجسم *Pediculushuminus corporis*، غير أن بعض الحشريين قد استعملوا اسماءاً ثلاثية للدلالة على مرتبة أخرى بخلاف السلالة الجغرافية التى سموها الصنف Variety مخالفين بذلك القواعد الحديثة للتسمية بينما فى الواقع أن كثير من هذه الأصناف إما أفراد متخصصة نتيجة للأحوال الغذائية أو الجوية، وإما مظاهر موسمية أو مظاهر اختلاف. لونى؛ لهذا فلا يجوز استعمال التسمية الثلاثية لها والنظام المتبع فى الوقت الحاضر فى تسمية الحشرات أو غيرها من الحيوانات لا يجيز استخدام التسمية الثلاثية إلا للسلالات فقط بينما الأصناف فتعطى أسماء عامة وملغية من ستينات القرن الماضى.

وأخيراً فقد تناول تقسيم الحشرات علماء حشريون كثيرون من حيث نظام وترتيب وتسمية الرتب المختلفة التى تتبع صف الحشرات واختلفوا فيما بينهم قليلاً أو كثيراً إلا أن التقسيم الذى يعترف به معظم الحشريون فى الوقت الحاضر هو النظام التقسيمى التالى والمبنى على اسس وأركان معينة تتلخص فى الآتى :

١- وجود أو عدم وجود الأجنحة، وعددها وحالة تكوينها داخلياً أو خارجياً، كذلك أشكالها ونظام التعريق فيها.

٢- بعض الصفات الخارجية الهامة كعدد حلقات الجسم وأشكالها وكيفية اتصال مناطق الجسم الثلاث وكذلك أشكال الزوائد التى تحملها كأجزاء الفم وقرون الاستشعار والقرون الشرجية وأعضاء التناسل الخارجية.

٣- بعض الصفات الداخلية كنوع التنفس وشكل القصبات الهوائية وشكل الأجهزة التناسلية الداخلية ووجود أو عدم وجود أنابيب ملبيجى وعددها وصفاتها إن وجدت.

٤- وجود أو عدم وجود العيون المركبة والبسيطة.

٥- نوع التبدل Metamorphosis.

لكن التقسيم المبنى على الأسس السابقة يسميه العلماء في الوقت الحالي التقسيم التقليدي نظراً لظهور التقسيم الحديث في العقود الأخيرة والتقسيم الحديث مبنى على علم البيولوجيا الجزيئية وهو عبارة عن خطوات يتم اتباعها حتى نحصل في النهاية على تحديد الاسم العلمى للنوع الحشرى المراد تعريفه والخطوات المراد اتباعها هي التالى :

١- تحديد نوع الحشرات ومعرفة اسمها العلمى .

٢- يتم طحن الحشرة جيداً وذلك لاستخلاص الحامض النووي DNA منها والحامض النووى يكون اما موجودا فى الميتوكوندريا او فى النواه .

٣-يتم تحديد الجين المراد معرفته واستخلاصه من الحامض النووى DNA.

٤- يتم معرفة التتابع النيوكلوتيدى لكل نوع حشرى ثم يتم مقارنتهم ببعضهم البعض حتى نفرق بين تلك الانواع .

٥- التفرقة تتم عن طريق الاربعة نيوكلوتيدات المكونة للحامض النووى DNA وهى الادينين Aوالثايمين T والسيتوزين C والجوانين G (ATCG).

٦-لتوضيح ذلك نرى المثال التالى :

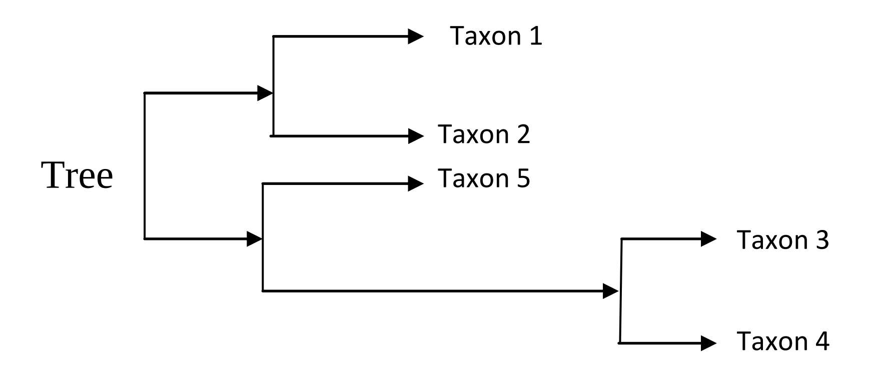
Taxon 1(النوع١):ATTCATGGGCTTTAAGGCCC

Taxon2(النوع٢): ATTCATGGGCTTTAAGGCCC

Taxon3(النوع٣): AT**G**CATGGGCTTT**T**A**A**GC**TT**

Taxon4(النوع٤): AT**T**CATGGGCTTTAAGGCTT

Taxon5(النوع٥): ATGCATGGGGTTT**T**AAGCCT



يتضح مما سبق ان النوعين الاول والثانى اقرب الى بعضهما من الانواع الثلاث الاخرى نتيجة لقلة الاختلاف فى التتابع النيوكلوتيدى بينهم ، كذلك النوعين الثالث والرابع اقرب لبعضهما من الاول والثانى والخامس، لكن نجد ان النوع الخامس يميل فى صلة التشابة والقرابة للنوعين الثالث والرابع عن النوعين الاول والثانى ونجد ان مثل هذا النوع من التقسيم المبنى على علم البيولوجيا الجزيئية قد حل كثير من مشاكل القديم المبنى على الصفات المورفولوجية وخاصة فى الحشرات الصغيرة جدا فى الحجم لذلك نجد ان هذا العلم له فوائد ومعطيات هامة وهى كالتالى:

١- ايضاح تعريف الانواع الصغيرة جدا فى الحجم وتاكيد تعريفها.

٢-التفريق بين الانواع وتحت الانواع المتداخلة جدا فى الصفات المورفولوجية وقريبة الشبه من بعضها البعض والفصل بينها.

٣-معرفة درجة وصلة القرابة بين الانواع والاجناس والفصَّيلات والفصائل من بعضها البعض.

٤-فى علم الهندسة الوراثية وتربية النباتات والمحاصيل الزراعية يلجأ المختصون فى الوقت الحالى الى معرفة درجة القرابة بين اصناف وسلالات النباتات حتى يصلوا الى التهجين المناسب والجيد والذى ينتج عنه ثمار ذات صفات جودة عالية وبالتالى رفع اقتصاد الانتاج الزراعى.

ثانياً : تصنيف طائفة الحشرات Class Insecta

كما أن الحشرات تعتبر أكبر صف طائفاً من صفوف عالم الحيوان، فهى أيضاً أعظم تلك الصفوف (الطوائف) تنوعاً. وعليه فيمكن تصنيف طائفة الحشرات إلى الأقسام الآتية :

أولاً : طويئفة الحشرات عديمة الأجنحة Sub-class : Apterygota

ويشتمل هذا القسم على مجموعة من الحشرات تمتاز ببدائيتها، وصغر أحجامها هذا بالإضافة إلى الصفة الأساسية وهى غياب الأجنحة من أفرادها. وهذا الغياب وراثي وليس بيئياً وليس فى تواريخ حياتها تعدد للصور ولا اختلاف للأشكال حيث أن التبدل فيها بسيط أو معدوم. لها زوائد شبيهة بالأقلام على حلقات البطن أمام التناسلية ويندرج تحت هذا القسم كل من الرتب التالية:

١- رتبة الحشرات أولية الذنب Order : Protura.

٢- رتبة الحشرات ذوات الذنب الشعرى Order : Thysanura.

٣- رتبة الحشرات القافزة بالذنب Order : Collembola.

وسنقصر الحديث عن رتبتين منها فقط وهما :

١- رتبة الحشرات ذوات الذنب الشعرى Order : Thysanura (bristle tails).

Oura = ذنب ، Thysanos ٠ شعره.

أماكن انتشارها وأهميتها :

حشرات هذه الرتبة حشرات أرضية أو نصف مائية (تعيش فى المناطق ذات الرطوبة العالية) إذ أنها تنتشر فى التربة تحت الأحجار وأوراق النباتات المتساقطة والمواد العضوية المتحللة، وقد تكون صغيرة الحجم أو متوسطة ومنها ما يقطن المساكن حيث تتلف أغلفة الكتب التى يدخل فى لصقها مواد نشوية، وكذلك تتلف أغلفة الحوائط الورقية. وهى حشرات مستطيلة الأشكال ذوات أجزاء فم قارضة وأجزاء الفم إما أن تحمل خارج الرأس Ectognathous أو داخلها Endognathous وتنتهى البطن بزائدة وسطية مغلقة تشبه الذنب، يحيط بها زوج من الأقلام الشرجية يساويها طولاً، وقرون استشعارها خيطية عديدة العقل، وقد توجد العيون المركبة أو تغيب، تتكون البطن من ١١ حلقة وعلى كل منها زوج من الزوائد الجانبية. قد توجد أنيبيبات ملبيجى أو تغيب ويقع تحت هذه الرتبة رتيبتان هما :

١) رتيبة الحشرات ذوات أجزاء الفم الخارجية Ectognatha.

٢) رتيبة الحشرات ذوات أجزاء الفم الداخلية Endognatha (Diplura) ومن أشهر حشرات هذه الرتبة حشرات السمك الفضى Silver fish واسمها العلمى *Thermobia aegyptiaca* (Diplura) وتتبع فصيلة Lepismatidae شكل (٨٢).

٢- رتبة الحشرات القافزة بالذنب Order : Collembola (Springtails).

Embolon = أنبوبة ، Colla = غراء

أماكن انتشارها وأهميتها :

حشرات صغيرة جداً تندر ملاحظتها بالرغم من شيوعها. وهى حشرات أرضية أو نصف مائية، تنتشر بين المواد العضوية المتعفنة والمتحللة كا قد توجد فى التربة. وهناك أنواع تتغذى على بعض أنواع البذور والبادرات والخضروات. كما أن قليلاً من أنواعها لوحظ وجوده على اسطح مياه البرك والمستنقعات المائية العذبة أو على شواطئ البحار. وعلى أى حال فإن أهميتها الاقتصادية من الوجهة الزراعية تجعلنا نقول أنها من الحشرات الضارة Injurious.

المميزات العامة للرتبة :

١- حشرات عديمة الأجنحة كصفة أصلية (أي وراثية).

٢- أجزاء الفم داخلية معدة للقرض. ولا يوجد بها من العيون سوى العوينات.

٣- يتكون قرن الاستشعار من أربع عقل منها عضلات خاصة بالحركة.

٤- تتكون البطن من ست حلقات، تحمل فى جهتها البطنية ثلاثة أنواع من الزوائد هى :

- الزائدة الأنبوبية Ventral tube وتحمل على الحلقة البطنية الأولى،
- المشبك Tenaculum وهى الزائدة التى توجد على الحلقة البطنية الثالثة.
- عضو القفز Furcula تركيب مشقوق الطرف تستخدمه الحشرة فى القفز وينشأ من السطح السفلى للحلقة البطنية الرابعة. وينثنى تحت البطن إلى الأمام أثناء الراحة حيث يثبت فى مكانه بواسطة المشبك، وحينما تعتزم الحشرة على الحركة فإنها تفض الاشتباك بين عضو القفز والمشبك وتدفع بعضو القفز إلى أسفل وإلى الخلف وللحشرة التى يبلغ طولها ٥-٦ مم القدرة على القفز إلى ثلاثة أو اربعة بوصات. فكم هى أقدر من الإنسان على أداء تلك الحركة.

٥- التبدل بسيط أو معدوم في هذه الرتبة.

ومن أهم حشرات هذه الرتبة فى مصر قافزة أوراق القطن *Lepidocyrtinus incertus* وتتبع فصيلة Entomobraeidae وتتغذى هذه الحشرة على الأوراق الفلقية لبادرات القطن ولذا مطلق عليها كولمبولا القطنOrder collembola شكل (٨٢).

ثانياً : طويئفة الحشرات المجنحة Sub-class Ptyrygota

ويشتمل هذا القسم على حشرات مجنحة فى أطوارها اليافعة، وقد تغيب تلك الأجنحة من بعض أنواع تلك الحشرات ولكن ذلك يعتبر صفة ثانوية، اقتضتها ظروف المعيشة والحياة كما هو الحال فى حشرات القمل والبراغيث. ولهذه الحشرات تراكيب صدرية خاصة ترتبط بتكوين الأجنحة كصفائح قواعد الأجنحة ووجود عضلات صدرية قوية تفيد فى تحريك الأجنحة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وحشرات هذا القسم جد مختلفة فى أشكالها وطبائعها وأحجامها وأهميتها الاقتصادية وتقسم هذه الطويئفة على قسمين هما :

القسم الأول : الحشرات خارجية الأجنحة Division : Exopterygota

ويشمل هذا القسم مجموعة من الحشرات تمتاز بأن تبدل أجسامها ناقص Hemimetabolous أى أن الأجنحة تنمو خارجياً فى الأطوار اليرقانية والتى يطلق عليها Nymphs.

ويشمل هذا القسم كلا من الرتب الحشرية التالية :

٣- رتبة الصراصير وأفراس النبى Order : Dictyoptera

Ptera = جناح Dictyos = شبكى

أماكن انتشارها وأهميتها :

حشرات أرضية. منها ما هو مفيد كأفراس النبى حيث تستخدم فى المكافحة الإحيائية (البيولوجية) وذلك بافتراسها أنواعاً أخرى من الحشرات ومنها ما هو ضار كالصراصير التى تعيش بالمنازل لتتغذى على كل ما يصادفها، فهى تفسد الأطعمة ولها روائح غير مقبولة وإن كنا لا نعرف منها ما هو ناقل للأمراض.

مميزات الرتبة :

تضم هذه الرتبة حشرات كبيرة الأحجام بصفة عامة. أجزاء أفواهها قارضة، قرون استشعارها خيطية أو شعرية عديدة العقل، أرجلها ضخمة وحراقفها متماثلة ومتقاربة مع بعضها،

يتكون كل من أرساغها من خمس عقل. أجنحتها الأمامية جلدية تستخدم للحماية، وأما أجنحتها الخلفية فغشائية تستخدم فى الطيران، يوضع البيض فى أكياس يطلق عليها Ootheca.

وتشمل هذه الرتبة كلا من الرتيبنين التاليتين :

أ) رتيبة الصراصير Sub-order : Blattaria :

حشرات ذوات أجسام مفرطحة بيضية الأشكال، ذوات ألوان بنية لامعة أو غامقة، تنمو صفيحة الصدر الظهرية بوضوح بحيث تخفى أسفلها الرأس ويطلق عليها القصعة. وتفوق قرون اشتشعارها أجسامها طولاً أو تساويها. أرجلها معدة للمشى والعدو. تنتهى بطن الذكر باربع زوائد (قرنان شرجيان وملمسان شرجيان) بينما تنتتهى بطن الأنثى بزوج واحد من تلك الزوائد هو زوج الأقلام الشرجية.

آلات وضع البيض مختفية تحت الصفيحة البطنية (القصية) للحلقة البطنية التاسعة. وقد تصنع الأنثى كيس البيض بمجرد تكوينه أو قد يظل معلقاً فى نهاية بطنها حتى يفقس ويتبع هذه الرتبة فصيلة واحدة هى :

فصيلة الصراصير (بنات وردان) Family : Blattidae (Cockroaches) ويتبع هذه الفصيلة كل من الأنواع التالية شكل (٨٢):

أ- الصرصور الأمريكى *Periplaneta americana* L.

ب- الصرصور الشرقى *Blatta orienlalis* L.

جـ- الصرصور الألمانى *Blatella germanica* L.

ب- رتيبة أفراس النبى Sub – Order : Mantodea

وتمتاز عن الرتيبة السابقة بأن الصفيحة الظهرية للحلقة الصدرية الأمامية لا تغطى رأس الحشرة وبأن أرجلها الأمامية معدة للقنص، فهى دائماً تأخذ وضع الاستعداد أو التربص بفرائسها – وتشمل هذه الرتيبة فصيلة واحدة هى :

فصيلة فرس النبى Family : Mantodea

وهى حشرات كبيرة ومستطيلة، تأخذ اللون الأخضر أو اللون الفاتح، يستطيل الصدر الأمامى بدرجة ملحوظة، ولها أعين مركبة، ويمكنها ان تنظر إلى الخلف ولا يشاركها فى هذه الخاصية نوع سواها. كما يوجد لها ثلاث عوينات. تضع الإناث بيضها داخل أكياس اسفنجية الشكل تلصقها إلى أغصان النباتات ولا تلبث أن تتجمد عند جفافها، وعندما يفقس هذا البيض فإن

الحوريات تخرج مسرعة رافعة رؤوسها ومؤخرات بطونها لأعلى ويوجد من حشرات هذه الفصيلة ما يأتى :

أ- فرس النبى الكبير ذو البقعتين

Sphodromantis viridis (= bimaculata) شكل (٨٢).

ب- فرس النبى الكبير عديم البقع *Maintis religiosa* L. (شكل ٨٢).

جـ- فرس النبى الصغير *Calidomanits savignyi*.

٤- رتبة الحشرات مستقيمة الأجنحة Order : Orthoptera

Ptera = أجنحة ، Ortho = مستقيم

أماكن وجودها وأهميتها :

تحتوى هذه الرتبة على عدد غير قليل من الحشرات والمعروفة التى تتباين أشكالها وأحجامها تبايناً كبيراً، وهى حشرات أرضية يتغذى بعضها على الأجزاء النباتية الخضرية كالجراد والنطاطات، بينما يتغذى بعضها الآخر على الجذور والدرنات والكورمات الأرضية مثل الحفارات أو كلاب البحر، وتسبب بذلك أضرار بالغة للحاصلات الزراعية.

أهم مميزات الرتبة :

تمتاز هذه الحشرات بأجزاء أفواهها القارضة، وأن قرون استشعارها من النوع الشعرى فى غالب الأحيان. لها عيون مركبة، أما العوينات فقد توجد أو تغيب. تنمو صفحة الصدر الأمامى بوضوح، ولأطوارها اليافعة زوجان من الأجنحة، والجناحان الأماميان طويلان وسميكان نوعاً، أما الخلفيان فغشائيان، والجسم مستطيلاً ولكثير من أنواعها آلات وضع للبيض يغلب عليها أن تساوى الجسم طولاً. والقرون الشرجية واضحة التكوين. والتبدل فيها من النوع البسيط.

وفضلاً عن أن ذكور كثير من أنواع هذه الحشرات تصدر نغمات باحتكاك جناحيها الأماميين أو بأمرار أجنحتها الأمامية على أفخاذها الخلفية وهو ما يعرف بالصرصرة، فإن لبعضها أعضاء للسمع، ومن الملاحظ أن مواضع هذه الأعضاء الخاصة بالسمع يختلف باختلاف الأنواع فهى فى الجراد والنطاطات تأخذ شكل غشائين طبليين يوجدان على جانبى الحلقة البطنية الأولى، أما فصيلة الجراد ذى القرون الطويلة وصراصير الغيط فتوجد على الأجزاء الأمامية من سيقان الأرجل الأمامية.

وتقسم هذه الرتبة إلى الرتبتين التاليتين :

أ- رتيبة Sub – order : Ensifera

وتمتاز تلك الرتبة بأن قرون استشعارها طويلة بحيث تساوى طول الجسم أو تفوقه، وبأن أعضاء السمع توجد على سيقان أرجلها الأمامية.

وتضم كلا من الفصائل التالية :

١- فصيلة الحفارات أو كلاب البحر Family : Gryllotalpidae ومن أمثلتها :

أ) الحفار (كلب البحر العادى) *Gryllotalpa gryllotalpa* L. شكل (٨٢).

ب) كلب البحر المتشابه *Gryllotalpa gryllotalpacophta*

جـ) كلب البحر الأفريقى *Gryllotalpa africana*

٢- فصيلة صراصير الغيط Family : Gryllidae ومنها صرصور الغيط الأسود *Gryllus bimaculatus* شكل (٨٢) .

٣- فصيلة الجراد ذى القرون الطويلة Family : Tettigonidae.

ب- رتيبة Sub – order : Coelifera

١- فصيلة الجراد ذى القرون القصيرة Family : Acridiadae ومن امثلتها :

أ. الجراد الصحراوى *Schistocerca gregaria* شكل (٨٢).

ب. الجراد المصرى *Anacridium aegyptium* شكل (٨٢).

٢- فصيلة الحفارات الصغيرة Family : Tridactylidae

٥- رتبة الحشرات جلدية الأجنحة Order : Dermaptera

Ptera = جناح ، Derma = جلد

أماكن انتشارها وأهميتها :

حشرات دقيقة تشبه الخنافس الرواغة، إلا أن أقلامها الشرجية الملقطية الشكل تزيل هذا اللبس، أجنحتها الأمامية جلدية قصيرة، أما الخلفية فغشائية ذات تعريق شعاعى، ولا تغطى عند انطباقها أزيد من قاعدة البطن، أجزاء الفم قارضة، وقرون الاستشعار خيطى، وتوجد بالراس عيون مركبة وعوينات. والتبدل ناقصي تدريجي ويمكن.

تبين صفات هذه الرتبة من خلال فحصك للحشرة التالية :

ابرة العجوز الكبيرة *Labidura riparia* Ball شكل (٨٢) وتتبع فصيلة Labiduridae.

٦- رتبة الحشرات المتساوية الأجنحة (النمل الأبيض Order : Isoptera (White ants

Ptera = جناح ، Isos = متساوى

أماكن انتشارها :

حشرات أرضية تعيش معيشة اجتماعية مشتركة فى مستعمرات فى انفاق تحت سطح الأرض أو فى أنفاق تحفرها فى الأخشاب، الأمر الذى ينتج عنه أضرار وخيمة.

مميزات الرتبة :

أجزاء أفواهها قارضة، وقرون استشعارها عقدية، قد تكون لها أعين مركبة أو قد تغيب منها، تتشابه أجنحتها من حيث كونها غشائية، مستطيلة تفوق البطن طولاً. وارساغ أرجلها تتكون من ٤ عقل، وقرونها الشرجية قصيرة جداً. والتطور فيها ناقص. وتمتاز الطائفة بتعدد صورها الجنسية بمعنى أن بعضها يتكاثر Reproductive والآخر عقيم Sterile كالذكور والإناث وبعضها الآخر غير مجنح شكل (٨٢) ويمكن تميز أفرادها إلي الأشكال الأربعه التالية:

١- الذكور وهى أفراد خصبة.

٢- الملكة Queen : أنثى مخصبة ذات أجنحة.

٣- الشغالات Workers وهى خليط من الذكور والإناث العقيمة.

٤- الجند Soldiers أفراد عقيمة من الذكور والإناث، وهى عديمة الأجنحة

ومن أمثلتها النمل الأبيض *Anacanthotermes ochraceus*. ويتبع فصيلة أرضة الأخشاب الجافة والرطبة Family : Hodotermitidae

٧- رتبة ذباب مايو Oeder : Ephemeroptera

Ptera = جناح ، ephemeros = لمدة يوم

أماكن انتشارها وأهميتها :

حشرات رهيفة تعيش حورياتها فى الماء بينما تعيش اطوارها اليافعة قريباً من المجارى المائية ولا تعمر طويلاً.

مميزاتها :

حشرات رهيفة ذات ألوان بيضاء، أجزاء أفواه الحشرات اليافعة أثرية بينما أجزاء أفواه الحوريات قارضة. قرون الاستشعار شعرية قصيرة. لها أعين مركبة كبيرة نسبياً، لواحدتها زوجان من الأجنحة الغشائية الشفافة والزوج الخلفى أصغر بكثير من الأمامى، وتتعامد الأجنحة على الجسم أثناء الراحة. وتنتهى البطن بزوج من الأقلام الشرجية الطويلة المقسمة يتوسطها زائدة ذنبية وهو امتداد للصفيحة الظهرية للحلقة البطنية الحادية عشرة، والحوريات مائية منبسطة الشكل لحلقات بطونها زوائد ورقية أو خيشومية رهيفة جانبية Gills تستخدم فى التنفس وأما نهاية البطن فمماثلة للحشرة اليافعة، وإذا كانت الحوريات تعيش فترة من العمر قد تصل ثلاث سنين فإن الحشرة اليافعة لا تعمر أكثر من يوم أو بعض يوم ولذلك فقد يطلق عليها بنات يومها. والتبدل فيها من النوع الناقص غير التدريجي.

ويتبعها فى مصر :

١- فصيلة بنات يومها Family : Ephemeridae ويتبعها :

ذبابة مايو *Polymitarcys savignyi* piet شكل (٨٢)

٨- رتبة اليعاسيب (الرعاشات) Order : Odonata

Odous = سنة

عاداتها وأماكن تواجدها :

توجد الحشرات اليافعة بالقرب من المجارى المائية، أما الحوريات فتعيش فى الماء، وهى حشرات يافعة تتغذى بالحشرات المختلفة التى تصادفها أثناء طيرانها كالهامش والبعوض، وهى لا تقتنص إلا الفرائس المتحركة.

مميزات هذه الرتبة :

هى حشرات ذات ألوان جميلة، لوحداتها زوجان من الأجنحة المستطيلة الغشائية كثيرة العروق، وعلى الحافة الأمامية لكل منها بقعة غامقة Pterossigma أما آلات الشبك التى تدعم الأجنحة عند الطيران فغير موجودة شأنها شأن ذبابة مايو، أجزاء أفواهها قارضة، عيونها المركبة جاحظة وبارزة، قرون استشعارها خيطية قصيرة جداً، بطونها نحيلة وطويلة، أما صدورها فصغيرة متماسكة والتبدل فيها من النوع الناقص، وتمتاز هذه الحشرات دون سواها بأن أعضاء تناسل ذكورها موجودة على السطح السفلى للحلقة البطنية الثانية. تتنفس الحوريات بالخياشيم التى

توجد فى نهاية البطن على صورة ورقية أو تلك التى توجد فى جدار المستقيم والتطور فيها ناقص غير تدريجي وتقسم هذه الرتبة إلى:

أ-رتيبة الرعاشات الصغيرة Sub – order : Zygoptera :

وتمتاز حشرات هذه الرتبة بصغر أحجامها، وبأعينها المركبة الكبيرة مع ملاحظة أن المسافة بينهما أكبر من قطر أحداهما، تتشابه قاعدتا الجناحان الأماميان مع الخلفيين. تتنفس حورياتها بواسطة الخياشيم الطرفية Caudal gills ويتبعها :

- فصيلة اليسابيع Family : Agrionidae ويمثلها .
- الرعاش الصغير *Ischnura senegalensis* شكل (٨٣)

ب- رتيبة الرعاشات الكبيرة Sub – order : Anisoptera

وتكبر حشراتها حشرات الرتيبة السابقة، يفصل ما بين العينين المركبتين مسافة أقل من قطر أحداهما، وفى حين تكون أجنحة حشرات الرتيبة السابقة متعامة على الجسم اثناء الراحة فإن أجنحة هذه الرتيبة تمتد أفقياً أو تنخفض إلى أسفل أثناء الراحة. وتكبر قاعدة الجناح الخلفى قاعدة الجناح الأمامى، وتتنفس الحوريات بواسطة خياشيم فى جدار المستقيم Rectal tracheal gills ويتبعها فصيلة اليعاسيب : Family Aeschnidae ويمثلها :

الرعاش الكبير *Hemianax ephippiger* شكل (٨٣)

٩- رتبة القمل القارض Order : Mallophaga

phagein = يأكل ، mallos = صوف

عاداتها وأماكن تواجدها:

حشرات تعيش متطفلة على الطيور والثدييات، فتسبب لها مضايفات كثيرة مصحوبة بالهزال والاضمحلال. ومعظمها متخصصة على عوائل معينة، وبعضها ناقل للأمراض.

مميزات هذه الرتبة :

تبد لها بسيط، أجزاء أفواهها قارضة، ليس لها عوينات بينما عيونها المركبة مختزلة، يلتحم صدرها الأوسط مع الأخير فى حين نرى الصدر الأول واضحاً وحر الحركة، وتغيب منها الأجنحة (صفة مكتسبة). وتوجد الثغور التنفسية على السطح السفلى لكل من الصدر والبطن وليس لها قرون شرجية ويتبعها :

١- فصيلة Philopteridae ويمثلها قمل الحمام .*Lipeurus* Sp.

٢- فصيلة Menoponidae ويمثلها قمل الفراخ .*Menopon* Sp.

١٠- رتبة القمل الحقيقى (الثاقب الماص) Order : Anoplura

oura = ذنب ، anoplos = غير مسلح

عاداتها وأماكن تواجدها :

طفيليات خارجية على كل من الإنسان والحيوانات الثديية الأخرى، وتسبب لها ضعفاً وهزالاً كما أنها تهيئ للإصابة بالأمراض الخطيرة.

مميزات هذه الرتبة :

حشرات عديمة الأجنحة (صفة مكتسبة) أجزاء أفواهها ثاقبة ماصة. وتختبئ داخل الرأس عند عدم الاستعمال، وليس لها عوينات فى حين تختزل عيونها المركبة كما فى القمل القارض. وقرون استشعارها من ٣-٥ عقل وتلتحم حلقات الصدر الثلاثة فلا تكاد تميزها عن بعضها، والثغور التنفسية موجودة على السطح العلوى وينعدم فيها التبدل والرسغ عبارة عن علقة واحدة.

ويتبعها الفصائل التالية :

١- فصيلة Pediculidae ويمثلها كل من :

– قمل رأس الإنسان *Peduculus humanus capitis* شكل (٨٣)

– قمل الجسم *Peduculus humanus corporis* شكل (٨٣).

٢- فصيلة Family : Phthiridae ويمثلها كل من :

- قمل العانة (طبوع) *Phithirius pubis* شكل (٨٣)

٣- فصيلة قمل ذوات الحوافر أو الأظلاف Haematopinidae

- ومنها قمل الجاموس *Haematopinus tuberculaus*

١١- رتبة الحشرات هدبية الأجنحة (التربس) Order : Thysanura

Thysanos = هدب ، Ptera = جناح

عاداتها وأماكن تواجدها :

حشرات رهيفة تهاجم الأزهار والأوراق والثمار والفروع الصغيرة والبراعم، كما أن بعضها يقوم بنقل الأمراض النباتية، وهى حشرات ذوات قيمة اقتصادية حيث تفتك ببعض الحاصلات فتكاً ذريعاً.

مميزات الرتبة :

أجزاء أفواهها ماصة، وقرون الاستشعار قصيرة مكونة من ٦-١٠ عقل، ويتكون الرسغ من ١-٢ عقلة تنتهى بمخلب أو بمخلبين وإذا وجدت الأجنحة فهى زوجان طويلان ورقيقان وتحفها أهداب طويلة ولبعض إناث هذه الحشرات آلات وضع بيض مننشارية الشكل، فى حين تغيب آلة وضع البيض مع بعضها الآخر وتكون نهاية البطن مخروطية الشكل.

والتبدل فى هذه الحشرات وسط بين التبدل البسيط والكامل فليس لكل من طورى الحشرة الأوليين أجنحة خارجية ودائماً يسميان باليرقانات وتضم هذه الرتبة :

أ- رتيبة Sub – order : Terevrantia

حشرات تمتاز بأن كلا من جناحيها الأماميين به عرق واحد يمتد حتى حافة الجناح أما نهاية البطن فمخروطية الشكل، وآلة وضع البيض منشارية واضحة.

١- فصيلة Family : Thripidae ويمثلها :

- تربس القطن أو تربس البصل *Thrips tabaci* شكل (٨٣).
- تربس الذرة *Limothrips cerealium*.
- تربس القمح *Frankiniella tritici*.

ب- رتيبة Sub – Order : Tubulifera

وتمتتاز بخلو أجنحتها الأمامية من العروق وأن نهاية بطن الجنسين أنبوبية وليس للإناث آلات وضع بيض ظاهرة .

فصيلة Family : Phaeothripidae ومنها :

- تربس القرنفل *Haplothips cottei*.

- تربس الفيكس تندا *Gynakothrips ficorum*

١٢- رتبة الحشرات نصفية الأجنحة Order : Hemiptera

Ptera = جناح ، Hemi = نصف

أهميتها وأماكن انتشارها :

رتبة كبيرة واسعة الانتشار، منها ما هو أرضى ومنها ما هو مائى، وبعضها آفات خطيرة تتغذى على عصارات النباتات وعلى الحاصلات الزراعية، كما أن بعضها نافع حيث يقوم باقتراس أنواع أخرى ضارة، وهناك طائفة أخرى منها ضارة للإنسان حيث تهاجمه وتمتص دمه ودم غيره من الحيوانات الأخرى وتكون سبباً فى نقل الأمراض ونشرها سواء بين النباتات أو الحيوانات.

وقد يطلق على هذه الحشرات البق Bugs، ولكثير من حشرات هذه الرتبة غدد خاصة تفتح على جانبى الصدر، فعندما تنزعج هذه الحشرات تقوم بإفراز سوائل خاصة عبر هذه الغدد وهى إفرازات ذات روائح مقززة للإنسان مثل بق الفراش، وما هذه الروائح سوى نوع من الدفاع عن النفس.

مميزات هذه الرتبة :

حشرات ذوات أحجام وأشكال مختلفة فمنها الكبير مثل بق الماء ومنها الصغير مثل بق بذرة القطن، وأجزاء أفواهها ثاقبة ماصة وعلى شكل بوز دقيق مقسم ينشأ من مقدم الرأس وهى النوع السفلى الخلفى Hypognathous والجزء المقسم هو الشفة السفلى والتى تكون غمداً للزوائد الفكية الرمحية الأربعة ولها قرون استشعار طويلة نوعاً فى الأنواع الأرضية وقصيرة فى الأنواع المائية، ولواحدتها أربعة أجنحة الأماميان منها من النوع النصفى ومن هنا اشتق اسم الرتبة ويطلق على هذه الأجنحة Hemelytra وأما الجناحان الخلفيان فغشائيان وتظهر تلك الأجنحة عند انطباقها أثناء الراحة متبادلة على سطح الجسم فتأخذ شكل الحرف (X)، كما أن بعض أنواع هذه الحشرات ليس له أجنحة (صفة مكتسبة). والأعين المركبة تامة التكوين، وأما العوينات (عددها اثنان) فقد توجد اولا توجد، وتتكون أرساغها من ٣ عقل، والتبدل فيها من النوع الناقص التدريجي.

تشمل هذه الرتبة على الفصائل التالية :

١- فصيلة بق الماء Family : Belostomatidae ويمثلها :

البقة المائية الكبيرة (البلستوما) *Lethocerus nilpticus* شكل (٨٣).

٢- فصيلة Family : Mydochidae ويمثلها :

حشرة بق بذرة القطن *Oxycarenus hyalinipennis*.

٣- فصيلة بق الفراش Famuily : Cimicidae ويمثلها :

حشرة بق الفراش *Cimex tectularius* L. شكل (٨٣).

٤- فصيلة البق ذو الرائحة الكريهة Family : Pentatomidae ويمثلها :

البقة الخضراء وبق ورق القطن *Nezare viridula* شكل (٨٣).

وبق ورق البطيخ (البقة السوداء) *Aspodgopus viduatis*

١٣ – رتبة الحشرة المتشابهة الأجنحة Order : Homoptera

Ptera = جناح ، Homos = متشابهة أو متجانس

عاداتها وأماكن تواجدها :

تضم هذه الرتبة مجموعة ضخمة متباينة من الحشرات القريبة الشبه جداً بنصفية الأجنحة فى كثير من النواحى حتى أن بعض العلماء قد ضمنها رتبة واحدة من رتبة نصفية الأجنحة والتى تضم رتيبتين هى متشابهة الأجنحة ومختلفة الأجنحة وتختلف الرتيبتان أساساً فى تركيب الأجنحة وموقع البوز فتكون الأجنحة الأمامية متجانسة تماماً فى رتيبة متشابهة الأجنحة (جلدية أو غشائية) أما فى رتبة نصفية الأجنحة فيكون الجزء القاعدى للجناح الأمامى جلدياً والنصف العلوى غشائياً وينشأ البوز فى نصفية الأجنحة عند مقدمة الرأس، وأما فى متشابهة الأجنحة فينشأ عند مؤخر الرأس وهى حشرات اقتصادية هامةحيث تسبب اضراراً جسيمة للنباتات.

مميزات حشرات هذه الرتبة :

أجزاء أفواهها ثاقبة ماصة، وقرون الاستشعار قصيرة جداً وقد تكون طويلة أو خيطية فى بعض الأنواع، والأعين المركبة تامة التكوين عادة. وتاريخ حياة بعض هذه الحشرات معقداً جداً فمنها ما يتوالد بكرياً ومنها ما يتوالد جنسياً وهناك أفراداً وأجيال مجنحة وأخرى غير مجنحة والحشرات ذات الأجنحة منها تكون متجانسة، وتأخذ شكل الأجنحة عند الراحة وضعاً مائلاً على هيئة جمالون ويتكون رسغ الرجل من ١-٣ عقلة، والتبدل ناقص وأحياناً يكون تاماً.

وتضم هذه الرتبة العديد من الفصائل مثل :

١- فصيلة المن (قمل النبات) Family : Aphididae

حشرات رهيفة مجنحة أو غير مجنحة، تتوالد بكريا، وتأخذ ألواناً شتى فمنها الأسود ومنها الصفر ومنها الأخضر وتمتد بطونها إلى الخلف فى صورة الذنب Couda ويوجد زوجان من الزوائد Cornicles على السطح الظهرى للحلقة البطنية الخامسة تخرج منها مادة قلوية طارة ومن حشرات هذه الفصيلة.

١- من القطن أو من البطيخ *Aphis gossypii* (شكل ٨٣)

٢- من الذرة *Rhopalosihum (aphis) maidis*.

٣- من الدروانتا *Aphis durantae*

٢- فصيلة الحشرات القشرية والبق الدقيقى Family : Diaspididae

حشرات ضارة بالنباتات وأشجار الفاكهة تتجمع جلود انسلاخات الأناث فوقها لتأخذ شكل قشرة ذات حلقات أو تكون على شكل أورام تغطى بإفرازات شمعية، وليس للإناث أجنحة أما الذكور فلها زوج من الأجنحة الأمامية فى حين يتحور الزوج الخلفى إلى دبوس توازن، وفى حين تفقد الأنثى أرجلها فإنها تكون فى الذكر أثرية، وإذا كانت أجزاء فم الأنثى ثاقبة ماصة فأجزاء فم الذكر مضمحلة، ويتكون الرسغ من عقلة واحدة تنتهى بمخلب، وآلة السفاد طويلة. ويمثل هذه الفصيلة.

١- الحشرة القشرية السوداء (ficus) *Chrysomphalus aonidum* شكل(٨٣).

٢- البق الدقيقى المصرى *Icerya aegyptiaca* شكل (٨٣).

٣- البق الدقيقى الاسترالى *Icerya purchase* شكل (٨٣).

٣- فصيلة الذباب الأبيض Family : Aleyrodidae

حشرات مجنحة صغيرة الحجم قاتمة اللون تغطى بمادة شمعية بيضاء وقد تكون ملونة أو منقطة أو مخططة، قرون استشعارها طويلة تتكون من ٧ عقل، ويتكون رسغ الرجل من عقلتين غير متساويتين، وينتهى بمخلب مزدوج توجد بينهما وسادة أو شوكة طرفية Empodium or spine ويمثلها :

١- ذبابة الرمان البيضاء *Siphoninus granati*

ذباب القطن والطماطم البيضاء *Bemisia tabaci* شكل (٨٣).

<u>القسم الثانى : الحشرات داخلية الأجنحة Division : Endopterygota</u>

١٤- رتبة الحشرات شبكية الأجنحة Order : Neuroptera

Ptera = جناح ، neuron = عصب

أهميتها وأماكن تواجدها :

تشتمل هذه الرتبة على الحشرات التى تعرف بأسد المن وأسد النمل، وهى حشرات نافعة، فيرقانات أسد المن تلتهم كثيراً من حشرات المن، وأما يرقانات أسد النمل فتتغذى على النمل وذلك بأن تصنع له حفرة (حفراً) تصيده بها.

مميزات الرتبة :

حشرات ذوات أحجام مختلفة، وأجسام رخوة، أجزاء أفواهها قارضة وقرون استشعارها طويلة، لكل من حشراتها اليافعة أربعة أجنحة غشائية ذوات تعريق أولى ويظهر تعريق الجناح على شكل شبكة. وتأخذ الأجنحة أثناء الراحة وضعاً مائلاً على الجسم بحيث تكون شكل الجمالون، ويتكون الرسغ من ٥ عقل، واليرقانات منبسطة وأجزاء أفواهها معدة للافتراس بالقرض أو بالمص. والتبدل كامل. ويتم التبدل إلى عذراء داخل شرنقة حريرية ولا ينتج هذا الحرير المكونة للشرنقة من غدد لعابية متحورة فى معظم الحشرات ولكنه ينتج من أنابيب ملبيجى ويتم غزله خلال الشرج ومن حشراتها :

١- فصيلة أسد المن Family : Chrysopidae ويمثلها :

- أسد المن *Chrysoperla carnea* شكل (٨٤).

٢- فصيلة أسد النمل Family : Mymeleonidae ويمثلها :

- أسد النمل الصغير *Cueta variegata* klug.

١٥- رتبة الحشرات حرشفية الأجنحة Order : Lepidoptera

Ptera = جناح ، Lepido = حرشفية

أهميتها وأماكن تواجدها :

حشرات ذات أهمية اقتصادية كبيرة، إذ أن يرقات معظم أنواعها تتغذى بأجزاء نباتية، والكثير منها يعتبر من الآفات الضارة بالحاصلات الزراعية، أضف إلى ذلك أن منها طائفة تتغذى على الحبوب المخزونة ومنتجاتها وكذلك الأثاثات المنزلية والملابس والسجاد وفراء حيوانات المتاحف. هذا بالإضافة إلى أن منها بعض الأنواع النافعة مثل ديدان الحرير التى يتخد من الحرير خدور عذاراها (شرانق عذاراها).

مميزات الرتبة :

تشتمل هذه الرتبة الواسعة الانتشار على حشرات آباء دقيق والفراشات، ويكسو إجسام أطوارها اليافعة حراشف تعطيها الألوان الزاهية، ويرقاتها اسطوانية وأجزاء أفواهها معدة للقرض ولها ثلاثة أرجل صدرية بالإضافة إلى خمسة أزواج من الأرجل البطنية الكاذبة Prolegs التى تحمل صفوفاً بين الأشواك التى تساعدها على الحركة أما العذارى فمن النوع المكبل، وأجزاء فم الحشرة اليافعة ماصة – كما سبق دراسته – وأما فى الأنواع التى لا تتغذى حشراتها اليافعة فتختزل أجزاء الفم هذه. وتقتات هذه الحشرات على الرحيق والمواد السكرية. والتبدل فيها من النوع التام. ولرؤسها أعين مركبة كبيرة نسبياً بالإضافة إلى أن لمعظمها عوينات. ولأجنحتها آلات شبك أما من النوع ذى الشوكة Frenulum أو ذى النتوء Jugum.

وتقسم هذه الرتبة إلى رتيبتين :

أ- رتيبة آباء الدقيق Sub – Order : Reopalocera

حشرات تنشط نهاراً، وقرون استشعارها صولجانية، وتأخذ أجنحتها عند الراحة وضعاً عمودياً على الجسم، وليس لعذارها شرانق حريرية غالباً، وتثبت أنفسها بخطاطيف صغيرة توجد فى نهاية البطن ومن أمثلتها :

- حشرة أبى دقيق الكرنب *Peiris rapae* L. شكل (٨٤) من فصيلة Pieridae.
- حشرة أبى دقيق الخبازى *Vanessa cardui*L. شكل (٨٤) من فصيلة Nymphalidae.
- ابودقيق الرمان *Deudorix Livia* Klug من فصيلة Lycaenidae

ب- رتيبة الفراشات (البشارات) Sub – Order : Heterocera

حشرات يغلب على أفرادها النشاط الليلى، وقرون استشعارها إما من النوع الخيطى أو المشطى المفرد أو المضاعف، ويتنطبق الأجنحة على الجسم أثناء الراحة والعذراء مكبلة، ويتبعها الفصائل التالية :

١- الفراشات الليلية Family : Noctuidae ويتبعها :

- دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* شكل (٨٤).
- الدودة القارضة *Agrotis ipsilon* شكل (٨٤).
- دودة اللوز الشوكية *Earias insulana*.
- دودة القطن الصغرى او الدودة الخضراء*Spodoptera exciqua* شكل (٨٤)
- دودة القصب الكبيرة *Sesamia cretica* شكل (٨٤).

٢- فصيلة Family : Bombycidae

- دودة الحرير التوتية*Bombyx mori*شكل (٨٤).
- دودة اللوز القرنفلية *Pectinophora gossypeilla*

١٦- رتبة الحشرات غمدية الأجنحة Order : Coleoptera

Ptera = جناح ، Coleos = غمد

أهميتها وأماكن تواجدها :

تعتبر هذه الرتبة من أكبر رتب الحشرات جميعاً بل أنها من أكبر رتب الحيوان حيث تحتوى على ٤٠% من الأنواع المعروفة فى صف الحشرات. وهى حشرات متفاوتة الأحجام والأشكال. فإذا كان منها ما يصل طوله أقل من المليمتر الواحد فإن هناك أنواعاً أخرى يصل طول الفرد منها ما بين (٤ إلي ٥) أربعاً إلي خمس بوصات، والكثير من الحشرات ذو أهمية اقتصادية. فمنها ما يتغذى بأنواع المواد النباتية والحيوانية المخزنة. ومنها ما هو نافع يقضى على الحشرات الضارة أو لمعيشته الكانسة حيث يقضى على الرمم والأرواث، فهو بذلك يسدى فائدة جليلة للصحة العامة.

مميزات هذه الرتب :

اشتق اسمها من وجود أربعة أجنحة، الأماميان منها كثيفا القوام فهما من النوع الغمدى وينطبق الجناحان الأماميات حيث يتقابلان فى خط مستقيم عند منتصف الظهر أثناء الراحة

ويغطيان بذلك الأجنحة الخلفية، أما الأجنحة الخلفية فهي من النوع الغشائى وقد لا يوجد الجناحان الخلفيان فى بعض أنواع الخنافس والسوس حيث لا تحتاج الحشرة إلى الطيران وفى هذه الحالة يلتحم الغمدان مع بعضهما. ومن جهة أخرى فقد تختزل الأجنحة أمامية كانت أو خلفية.

وأجزاء أفواه الغالبية العظمى من هذه الأنواع معدة للقرض بصور متقدمة جداً حتى لقد راينا منها ما ينخر الأخشاب ومنها ما يستطيع أن يثقب أغلفة الرصاص بأسلاك التليفونات فى ولاية كاليفورنيا، وقد تتحور أجزاء الفم لتقوم بالامتصاص، ومنها مجموعة أخرى تمتاز بوجود بوز فى مقدم رأسها وتحمل عليه أجزاء الفم القارضة ويطلق عليها السوس وتأخذ قرون استشعارها أشكالاً شتى تختلف باختلاف الأنواع ويلاحظ أن الصدر الأول تام بوضوح.

والتبدل من النوع الكامل ويطلق على اليرقانة Grub أى النباشة ولها أشكال عديدة، وأجزاء أفواهها قارضة أو مفترسة بالامتصاص، ولها أرجل صدرية فقط ونادراً ما تكون عديمة الأرجل، والعذراء حرة قد تكون عارية أو تتخذ لأنفسها حذوراً (شرانق) من الطين أو من أوراق النباتات.

وتحدث ظاهرة فرط التبدل Hypermetamorphosis فى بعض أنواع حشرات هذه الرتبة. وتسمى آخر صفيحة بطنية من حلقات البطن الدبر Pygidium وتقسم هذه الرتبة ما يلى :

أ- رتيبة الخنافس النهمة Sub – Order : Adephage

وتمتاز بقرون استشعارها الخيطية وأرساغها المكونة من ٥ عقل ويرقاناتها المفترسة النشطة . ومن أمثلتها :

خنفساء الكالوسوما *Calosoma chlorostictum* شكل (٨٤).

وهى من حشرات فصيلة Family : Carabidae ومن الحشرات النافعة حيث تفترس يرقانات دودة ورق القطن الصغري القطن الصغرى.

ب- رتيبة الخنافس المتعددة الغذاء Sub – Order : Polyphaga

وليس لقرون استشعارها شكل ثابت، كما أن قطع أرساغها تتراوح فيما بين ٣-٥ عقل، كما أن أرجل اليرقانات ليس لها رسغ بل تنتهى بمخلب يتصل بالقصبة مباشرة ويتبعها "

- فصيلة الخنافس الرواغة : Family : Staphylinidae ويتبعها:
- الحشرة الرواغة *Paederus alfeirii* شكل (٨٤).

وهى حشرة مفيدة تفترى الحشرة اليافعة وكذلك يرقاناتها حشرة المن، كما تتغذى على بيض دودة ورق القطن وبيض دودة اللوز القرنفلية.

- فصـــــــيلة خنـــــــافس فرقـــــــع لـــــــوز (الديـــــــدان الســـــــلكية) Family:Elateridae ويتبعهـــــــا حشـــــــرة فرقـــــــع لـــــــوز *Agrypnus notodonta* شكل (٨٤).
- فصيلة Family : Coccinellidae ويتبعها :

أبـــــــو العيـــــــد ذوى الأحـــــــدى عشـــــــر نقطـــــــة *Coccinella undecimpunctata* L. شكل (٨٤).

- خنفساء القثاء (الملقات) ***Henosepilachna elaterii*** شكل (٨٤).
- فصيلة خنافس الدقيق Family : Tenebrionidae.
- الخنفساء المنزلية *Blaps polychresta*.
- خنفساء الدقيق المتشابهة *Tribolium confusum*
- فصيلة Family : Ostomatidae

خنفساء الكادل *Tenebroides mauritanicus*

- فصيلة الجعلان : Family : Scarabaeidae

جعل الخوخ *Bachnoda fasciata* شكل (٨٤).

١٧- رتبة الحشرات ذوات الجناحين Diptera:Order

Ptera = جناح ، Dis = اثنين

أهميتها وأماكن انتشارها :

توضع تلك الرتبة فى عداد الرتب الحشرية الكبيرة والهامة اقتصادياً أيضاً، فتوجد أفرادها بصفة عامة فى كل مكان. ومنها ما هو آفات تناصب الإنسان وحيواناته الأليفة العداء، فمنها ما هو ماص للدماء ومنها ما هو ناقل هام للأمراض وتعتبر ذبابة Hessian fly ودودة التفاح آفات ضارة بالمحصولات وبالرغم من كل هذا فبعض أنواع الذباب التى يقتات صغاره علي الرسم والفضلات والأرواث تعتبر مفيدة لكونها تقدم مساعدة للصحة العامة كما أن هناك أنواعاً أخرى تساهم فى تلقيح النباتات المفيدة وبعضها يقتات على الحشرات الضارة.

مميزاتها :

حشرات صغيرة الأحجام نسبياً وأجسامها رهيفة وتمتاز بأن لها زوجاً واحداً من الأجنحة هما الجناحان الأماميان، أما الجناحان الخلفيان فقد تحور إلي عضوي توازن يطلق عليهما دبوسا التوازن Halters وتسمي هذه الرتبة بالذباب الحقيقي أو ذات الجناحين تمييزا لها عن الأنواع الحشرية الأخري التى نطلق عليها ذباباً وعندما نكتب اسم اي نوع من الذباب الشائع في الرتب الأخري فتكتب كلمة Fly مشتبة مع اسم الوصف أما في أسماء الذباب الحقيقي فتكتب هذه الكلمة مفصولة، وأجزاء أفواه الحشرات اليافعة لاعقة وقد تكون ثاقبة ماصة، كما تأخذ قرون استشعارها أنماطاً مختلفة .

والتبدل فيها تام أو كامل واليرقانات يطلق عليها دودة عديمة الأرجل وقد تكون عديمة الأعين، مختزلة الرأس، والعذراء إما مستورة كعذراء الذبابة المنزلية أو حرة كعذراء البعوض أو تكون داخل شرنقة وتقسم هذه الرتبة إلي ما يلي :

أ- رتيبة الذباب ذي القرون الطويلة Sub-Order: Nematocera

والحشرات اليافعة تمتازم بقرون استشعارها العديدة العقل، أما اليرقانات فرؤسها كاملة التكوين وأجزاء أفواهها قارضة وفكوكها العليا تتحرك أفقياً والعذراء حرة ومن أمثلتها:

عائلة Family : Culicidae وتمثلها:

- بعوضة الكيولكس (شكل ٨٤) *Culex Pipiens* وهي من الحشرات الضارة حيث تنقل مرض الفيل.
- بعوضة الأنوفيليس *Anopheles* Sp. (شكل ٨٤) وتنقل حمي الملاريا.

ب- رتيبة الذباب ذي القرون القصيرة Sub – order : Brachycera

ورؤس اليرقانات غير تامة النمو والعذاري حرة، وقرون استشعار الحشرات اليافعة أقصر من طول الصدر، والاريستا إذا وجدت تكون طرفية ومن أمثلتها فصيلة Family Tabanidae وتتبعها:

ذبابة مسري (التبانا – النبر) *Tabanus taeniola*(شكل ٨٤)

ج- حشرة السيكلورافا (دائرية الانشقاق) Sub-order :Cyclorrhapha

رؤوس اليرقانات أثرية والعذاري مستورة، وقرون استشعار الحشرات اليافعة مكونة من ثلاث عقل بها سفاية ظهرية Arista والملماس الفكي عقله واحدة ومن أمثلتها:

١- فصيلة ذباب الأزهار Family ; Syrphidae ومن حشراتها:

ذبابة السرفس *Syrphus corollae* F شكل (٨٥) ويرقاناتها تفترس حشرات المن.

٢- عائلة ذباب الثمار Family :Tephritidae ويمثلها

ذبابة الفاكهة *Ceratitis capitata* شكل(٨٥)

٣- عائلة Family : Tachinidaeويمثلها

ذبابة التاكينا الكبيرة *Tachina larvarum* L شكل (٨٥)

٤- فصيلة أو عائلة Family : Muscidae ويمثلها

الذبابة المنزلية *Musca domestica* شكل (٨٥)

٥- فصيلة ذباب الخل Family ; Drosophilidae ويمثلها

ذبابة الدروسوفيلا *Drosophila melanogaster* شكل (٨٥)

ويستخدم العلماء سلالات نقية من هذه الحشرات في أبحاثهم الوراثية.

١٨- رتبة الحشرات الخافية الأجنحة (البراغيث)

Order ; Siphonaptera

Apteros = عديمة الأجنحة　　　　Siphon = أنبوبة

أهميتها وأماكن انتشارها :

حشرات صغيرة الأحجام، تتطفل علي الإنسان وعلي الحيوان، ليس لها أجنحة ولا عيون مركبة ولكن لها عوينات وأجزاء أفواهها معدة للثقب والمص، وحراقف أرجلها كبيرة والأرساغ مكونة من ٥ عقل تنتهي بمخلب والتبدل فيها من النوع الكامل ومن أمثلتها:

عائلة Family : Pulicidae ومنها :

- برغوث الإنسان .Pulex irritans L شكل (٨٥)
- برغوث القطط والكلاب Stenocephalus canis شكل (٨٥) ويميز عن السابق بوجود مشطين من الأشواك القوية أحداهما خدي والأخر صدغي.

١٩- رتبة الحشرات الغشائية الأجنحة Order ; Hymenoptera

Ptera = جناح ، Hymen = غشاء

أهميتها وأماكن انتشارها :

وهي رتبة هامة تمتاز بتنوع كبير في طبائعها وسلوكها المعقد، فهي من الحشرات الاجتماعية ومثالها النمل والنحل والزنابير، وتحتوي علي أعداد كبير من الحشرات النافعة كالنحل والنحل البري الذي يقوم بتلقيح النباتات، ومنها ما يسهم بدور إيجابي في المكافحة الإحيائية (البيولوجية) سواء كان ذلك بالأفتراس أو بالتطفل علي كثير من الحشرات الضارة.

مميزات الرتبة :

لها زوجان من الأجنحة الغشائية، الخلفي منهما أكبر من الأمامي، وأجزاء أفواهها قارضة، أو لاعق، وقرون الاستشعار متوسطة الطول، والأرساغ مكونة من خمس عقل، واله وضع البيض مكتملة التكوين وقد تتحور للسع كما في النحل والزنابير (لماذا يقتصر هذا علي الإناث؟)

ويرقانات هذه الرتبة إما شبيهة بيرقانات الذباب أي عديمة الأرجل ويميزها عنها وجود رأس كامل النمو، أو أن تشبه يرقانات الخنافس ومعظم هذه اليرقانات من النوع الأصطواني ويميزها عن يرقانات حرشفية الأجنحة وجود أكثر من خمس أزواج من الأرجل البطنية الكاذبة وهي عديمة الخطاطيف ويوجد لها زوج من العوينات والعذراء حرة قد تكون في جسم العائل كما في الأنواع المتطفلة أو قد تكون في خلايا خاصة كما في النحل.

والتبدل فيها من النوع الكامل وتمتاز حشراتها بوجود خصر Propodeum وهو عبارة عن اتحاد الحلقة الصدرية الأخيرة مع الحلقة البطنية الأول، وترتبط الأجنحة بآلة شبك خطافي، ويكثر في هذه الرتبة التوالد البكري Parthenogenesis وتعود الأجنحة Polyembryony أي يخرج من البيضة الواحدة أكثر من جنين وتقسم إلي :

أ- رتيبة الزنابير المنشارية Sub – order ; Symphyta

وتمتاز حشرات هذه الرتيبة بأنها عديمة الخصر، وقد تحورتم الآت وضع البيض للنشر والثقب، وليرقاناتها أرجل صدرية وأخري بطنية.

ومنها زنبور الحنطة المنشاري *Cephus tabidus* شكل (٨٥) من عائلة زنابير الساق المنشارية Cephidae

- رتيبة ذوات الخصر Sub – Order : Apocrita

وتمتاز حشراتها اليافعة بوجود خصر وهي حشرات أكحثر رقيا من سابقتها، وتتحور الآت وضع البيض للوخز ومن فصائلم هذه الرتبة ما يلي :

١- فصيلة Family : Ichneumonidae ويمثلها :

حشرة البمبلا *Pimpla roporator* شكل (٨٥)

وهي من الحشرات النافعة حيث تتطفل علي يرقانات دودتي اللوز الفرنفلية والشوكية، وآلة وضع البيض طويلة واضحة.

٢- دبور الطين الباني *Eumenes maxillosa* وهي حشرة كبيرة لونها عسلي ولون الأجنحة بني قاتم من فصيلة Eumenidae.

٣- عائلة Vespidae ويتبعها الزنبور الأحمر (زنبور البلح) *Vespa orientalis* وهي حشرة اجتماعية لونها بني مشوب بحمرة ويتبعها أيضا الزنبور الأصفر *Pollistes gallica* شكل (٨٥)

٤- عائلة Apidae ويتبعها نحل العسل *Apis mellifera* شكل (٨٥)

الذي يعيش معيشة اجتماعية حيث تضع الملكة بيضا، ينتج عن البيض الغير مخصب ذكور لا تؤدي أي عمل داخل العش ولكن وظيفته الأساسية تلقيح الملكة وبعد التلقيح تطرد جميع الذكور بعد اسابيع قليلة، أما البيض المخصب ينتج عنه إناث وشغالات يتوقف ذلك علي نوع الغذاء الذي تتناولة اليرقة يوماً بعد يوم، تنمو اليؤقة إلي شغالة إذا قدم لها غذاء ملكي Royal Jelly (يفرز من غدد داخل رؤوس الشغالات) وذلك لفترة معينة ثم غذاء يتكون من حبوب لقاح ورحيق الأزهار لفترة تالية، أما اليرقانات التى تتغذي علي غذاء ملكي طول حياتها فإنها تنمو وتتحول إلي ملكات والتى يقوم عليها إنتاج البيض وحياة الخلية، فإذا فقدت الملكة لأي سبب أو كبرت في السن عملت الشغالات علي تغذية يرقات حديثة لتصبح ملكة جديدة لها القدرة علي إنتاج البيض وهكذا.

جمع وحفظ الحشرات وتربيتها

Collecting, preserving and rearing of insects

فكرة عامة عن تعدد مواطن الحشرات :

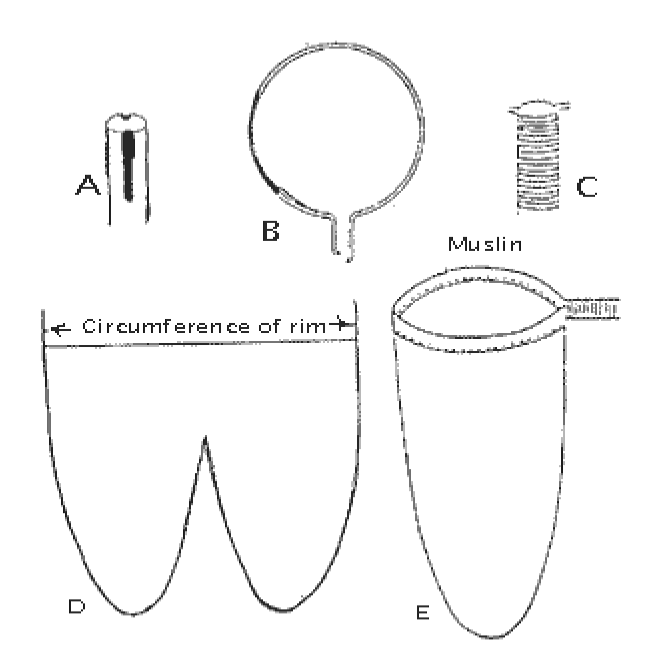
من المعروف أن جمع الحشرات وتحضير مجاميع منها أكثر فائدة للطالب من الاكتفاء بالنظر إلى الصور أو النماذج المحفوظة. وسيرى فيها أشياء كثيرة تغييب عنه فى الكتب.

- أحسن أوقات جمع الحشرات هى من بداية الربيع إلى نهاية الخريف حيث تنشط الحشرات وذلك إذا أردنا جَمْع أكبر عدد ممكن من الحشرات المختلفة وخاصة التى تظهر فى فترة موسمية قصيرة. وأفضل الأوقات هى النهار وإن كان هناك حشرات تنشط ليلاً، وعموماً فإنه من الممكن الحصول على الحشرات فى أى وقت.
- أحسن الأماكن لجمع الحشرات هى النبات لأن النبات تتغذى عليه وتتلفه معظم أنواع الحشرات وعند الرغبة فى عمل حصر للآفات فى أى منطقة فلا بد من جمعها من مواطن متعددة. على النبات توجد الحشرات على الأجزاء الخضرية أو الأزهار أو القلف أو الثمار أو البذور أو المخلفات وتحت الأوراق المتعفنة والقاذورات وتحت الأحجار Terrestial وفى الطحالب والنباتات المتحللة. وتوجد أيضاً على أجسام الحيوانات الميتة والفواكه الفاسدة.
- وتوجد حشرات مائية Aquatic سواء فى الأطوار الغير كاملة أو فى جميع أطوار الحشرة. وبعضها يوجد على سطح الماء كالحشرات المائية الزاحفة من رتبة نصفية الأجنحة ومن أمثلتها *Limmagonus aegypticus* وقد توجد تحت الأسطح (سطح الماء) كيرقات وعذارى البعوض أو سابحة فى الأعماق البعيدة كخنفساء السيبستر أو مستقرة على الطحالب المائية كيرقات الهموش من فصيلة Chirronomidae.
- بعض الحشرات متطفل على الإنسان وحيواناته كالقمل بأنواعه أو توجد داخل أجسام الحيوانات كفصيلة النغف (نغف معدة الخيل، نغف جلد البقر – نغف أنف الفم).
- بعض الحشرات مفترسة أو متطفلة على حشرات أخرى سواء على جميع الأطوار للحشرة أو على بعض الأطوار الغير كاملة.
- حشرات المخازن تمثل مجموعة كبيرة من الأنواع المختلفة للحشرات.
- أحسن طريقة للحصول على الحشرة الكاملة هى جمع أطوارها الغير كاملة ثم تربيتها.

الأدوات اللازمة لجمع الحشرات Collecting equipment

١) شبكة الجمع The Collecting net :

مخروط من قماش التل طولـه ٦٠ سم تلبس قاعدتـه فـى إطـار من السلك المقوى ذى قطـر حوالى ٣٠سم ويثبت الإطار فى عصا خشبية طولها ٧٥سم وتستعمل فـى جميـع الحشرات الطـائرة ويطلق عليها اسم الشبكة الكانسة Sweeping Net وتوجد شبكة مائيـة Water Net ولهـا أشكال كثيرة تصمم حسب الحاجة.



A =أخدود

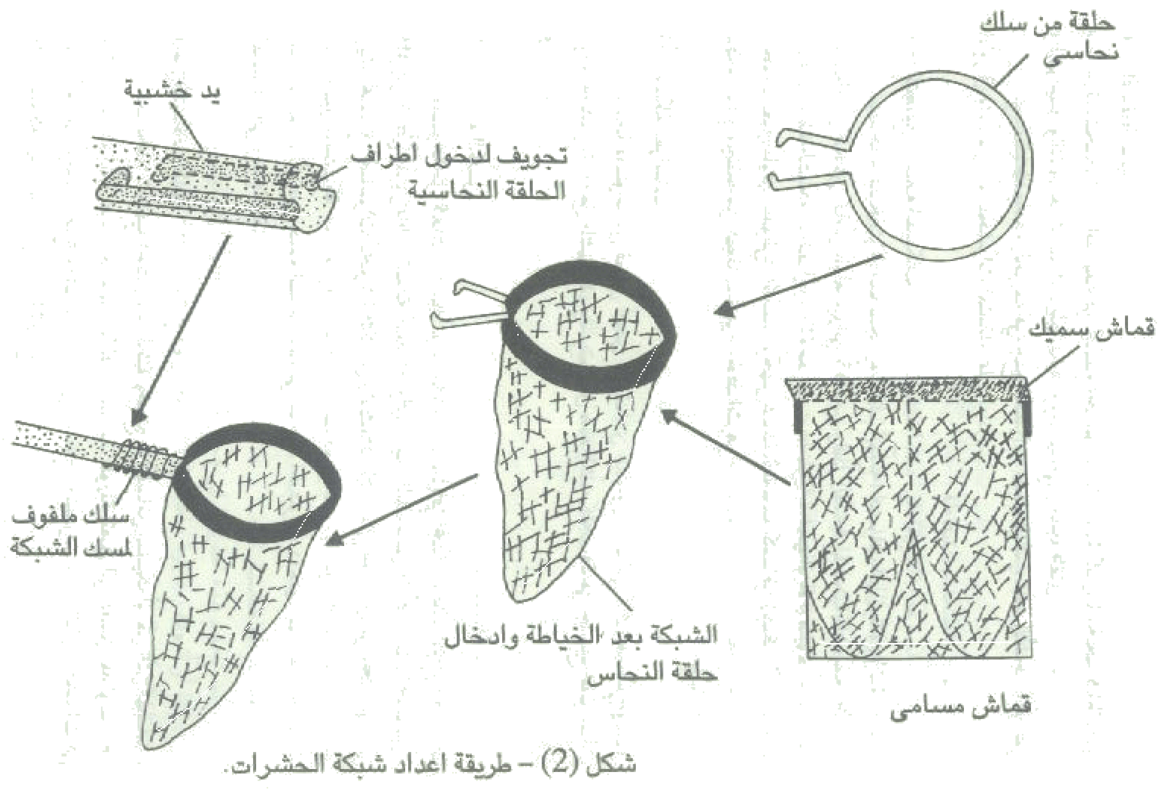
B = حلقة معدنية

C =عصا طويلة

D = قماش من التيل

E = شبكة كنس





شكل (2) – طريقة اعداد شبكة الحشرات.

*** كيفية أستعمال الشبكة : (أنظر العملى)

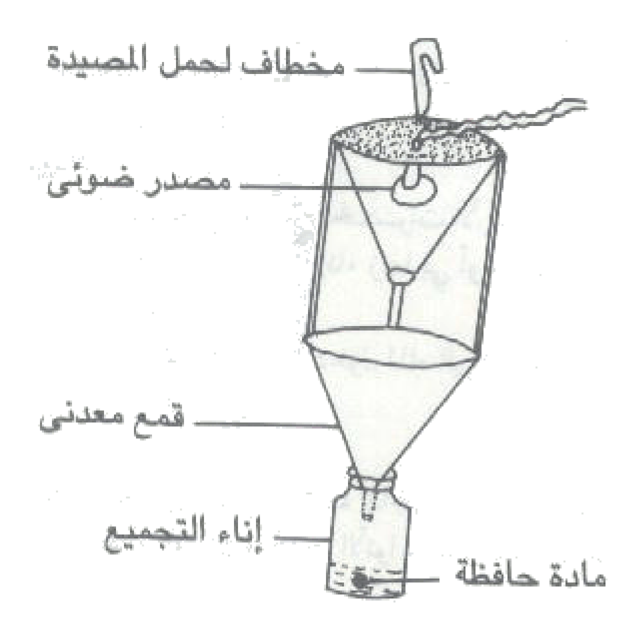
* كيفية الحصول على الحشرات من الشبكة :

١) تؤخذ الحشرات من شبكة الجمع باليد مباشرة إذا كانت من الأنواع البطيئة الطيران ولا تتلف باللمس باليد أو تؤذى الإنسان بالعض أو اللسع مثل الخنافس والجراد – النطاطات – الرعاشات.

٢) إذا كانت غير ذلك تدفع الحشرات إلى قاع الشبكة ثم توجد برطمانات القتل إليها بحرص حتى تخمد حركتا وبذلك يمكن الحصول عليها. وقد يربط طرف الشبكة (بشكل صرة) فوق منطقة تجمع الحشرات ثم تدفع هذه الصرة داخل برطمان القتل حتى تسكن حركتها وبعدها يمكن الحصول عليها

٢) المصائد الضوئية The Light Traps :

وضع تصميم هذه المصايد على أساس انجذاب بعض هذه الكائنات نحو الضوء. وقد لوحظت هذه الظاهرة منذ عهد قديم. أول من نشر عنها هو العالم C.S Bird عام ١٨٣٥ فى مجلة The Entomologist Magazine إذ لاحظ انجذاب كثير من الحشرات نحو مصباحه فى فترات مختلفة من الليل. ومن بينها عديد من حشرات حرشفية الأجنحة والحفارات والبق. وأبسط هذه المصائد هو النوع الذى صممه العالم Evans عام ١٩٠٧م. ثم تطورت صناعة المصايد الضوئية تطوراً سريعاً وأصبحت متعددة الصور والتركيب وفقاً للغرض الذى تستعمل من أجله. وقد تستعمل مواد سامة لقتل الحشرات أو المجال الكهربى وقد يوضع الطعم من المواد التى حضرت صناعياً مثل Methl Eugenol, Bomboykol, Gyplure, Trimedlure, Siglure Medlure Cue-Lure وغيرها كثيراً جداً.

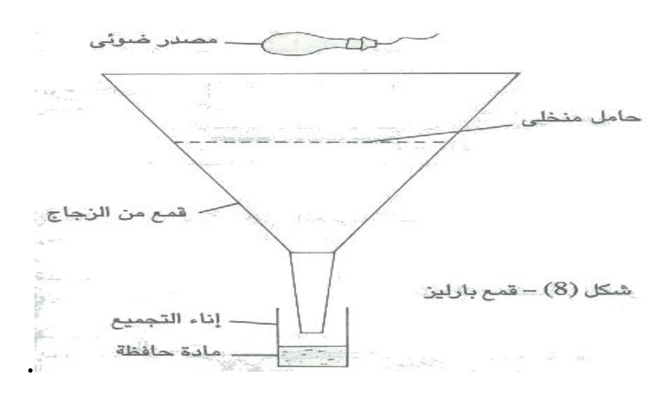


٣) الطعوم The Biats :

يستخدم الكثير من المواد لها خاصة جذب الحشرات إليها طعوماً للحصول على عينات مختلفة من الحشرات. الثمار المتحللة طعوماً لذبابة الدلاوسوفيلا *Drosiphila* Spp وخنفساء الثمار الجافة Carpophilus الجثث النافقة والمتحللة طعوماً لأجناس الحشرات *Muscs, Chtysomia, Sarcophaga* وغيرها. الرحيق والإفرازات العسلية طعوماً لكثير من الفراشات وأبى دقيقات وبعض الذباب ويمكن فى جميع هذه الحالات مسك الحشرات باليد أو الشفاطات.

٤) المناخل The Sieves :

تستعمل فى جميع حشرات التربة Soil Insects والموجودة فى بعض المخلفات النباتية كالقشور والبذور والدقيق .. ومن أنواع المناحل منحل الخنافس ومنحل الرمان وقمع تلجرن Tulgrren Fwnnel وهو أجود أنواع المناحل اوقمع برليز



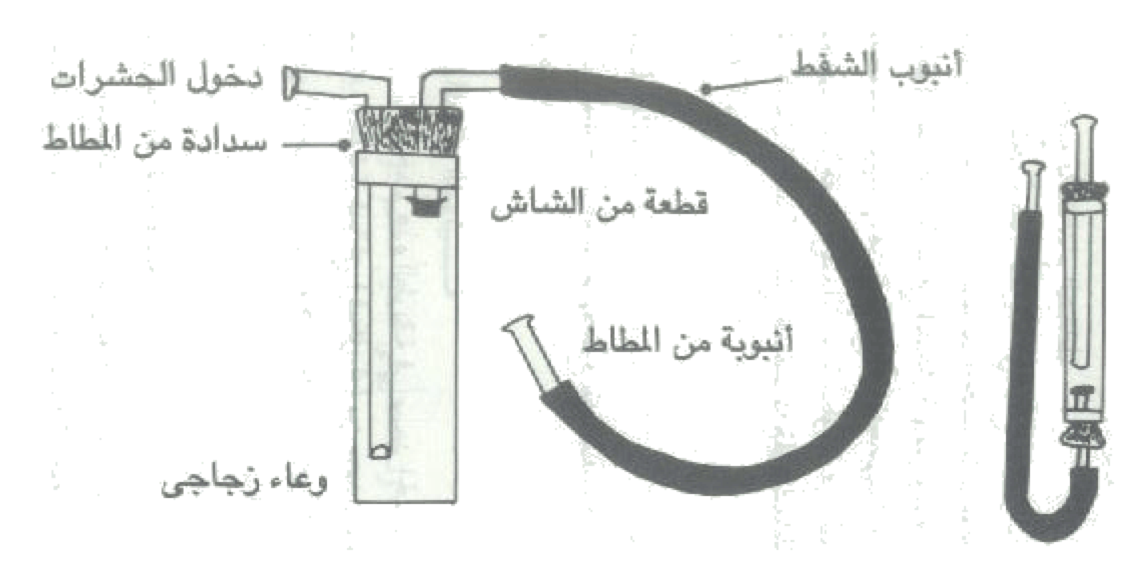
٥) زجاجة أو برطمان القتل Cyanide Bettle :

يعتبر أهم أدوات جمع الحشرات عموماً ويجهز بإحضار برطمان عادى ذو فوهة واسعة. يوضع فى قاع البرطمان مسحوق سيانور الصوديوم أو البوتاسيوم كمادة قاتلة ثم يوضع فوقها طبقة رقيقة من المصيص أو جبس باريس Plaster Of Paris أو نشارة الخشب. والسيانور مادة سامة جداً فيجب كتابة – (سم) على البرطمان للاحتياط، قد تستعمل مادة خلات الإيثيل Ethl Acetate كمادة قاتلة بدل سيانور الصوديوم وهى مادة غير سامة.

وذلك بوضع المصيص أو النشارة. ويرش عليها محلول الخلات حتى تتشبع وكلما ضعف تأثير الخلات يصب غيرها.

٦) الشفاطة The Aspirator :

جهاز مفيد فى جمع الحشرات الصغيرة الموجودة فى الشبكة الكانسة أو تحت الأحجار أو قلف الشجار أو غير ذلك وتوجد أشكال عديدة من الشفاطات.



٧) التوريق Papering :

من أهم لوازم جمع الحشرات وبالأخص فى الحالات التى يصعب معها وجود أنابيب أو علب أو صناديق لحفظ الحشرات وعندها تستغل هذه القصاصات فى عمل أغلفة مؤقتة .. وتسمى هذه العملية بعملية التوريق Papering.

٨) قطع صغيرة من الورق القوى ذات أشكال مختلفة لتحمل عليها الحشرات الصغيرة.

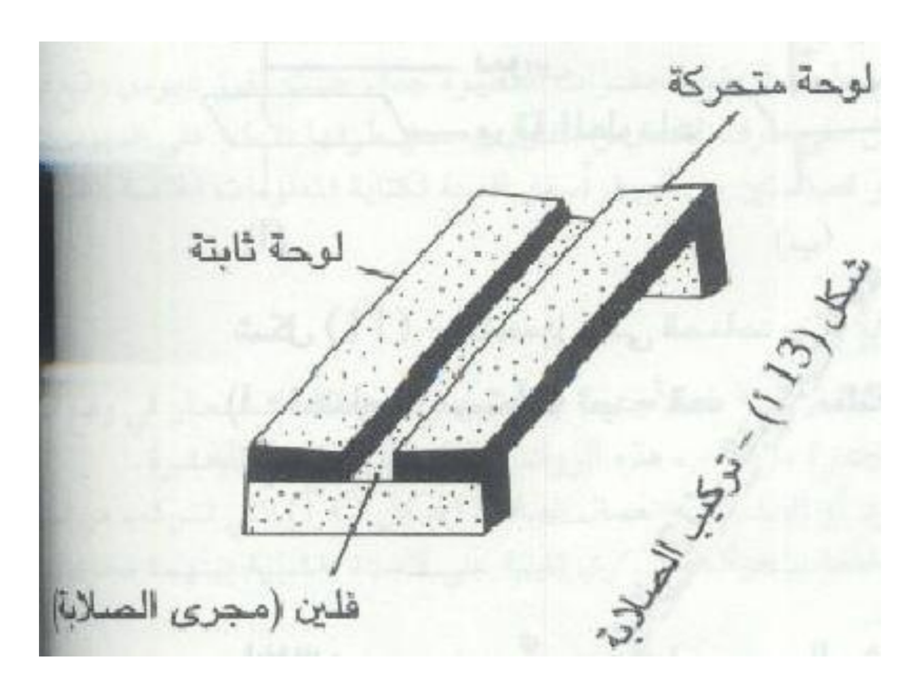
٩) أنبوبة سيكوتين أو Acetate cement وهو المفضل بغرض تثبيت الحشرات على الأماكن المراد أن تحمل عليها.

١٠) كمية من الدبابيس الطويلة المختلفة الأحجام :

وأفضلها الدبابيس الخاصة بتحميل الحشرات وهى نوع خاص لا يصدأ أسود ذو رأس من نحاس أصفر. وتعرف تجارياً بنمر خاصة وأكثرها تداولاً هى نمرة صفر، ١، ٢، ٣، ٤، ٥ ولو أن الحجم المستعمل عادة للحشرات المتوسطة الحجم كأنواع البق والخنافس والفراشات وغيرها هو نمرة (٢) وكلما قلت نمرة الدبوس كلما صغرت الحشرة المحملة عليها.

١١) صلابة Spreading board :

وهى عبارة عن شريحة من الخشب مستطيلة الشكل وتوجد بوسطها مجرى وعلى جانبيه وفى قاعدته أشرطة مناسبة من الفلين وأفضل أنواع الصلابات هى النوع المتحرك الذى يمكن توسيع المجرى حسب حجم الحشرة المراد تصليبها.



١٢) منفاخ خاص ينفخ اليرقات :

وهو منفاخ من المطاط يطرد منه الهود إلى كيس من المطاط أيضاً ومنه إلى أنبوبة تتصل بنهايتها أنبوبة زجاجية مدببة الطرف بالإضافة إلى حمام رملى وأدوات أخرى، ملقط، مقص، مطواة، جاروف، عدسة جيب، مذكرة للتدوين فيها، أدوات لجمع الحشرات المائية.

طريقة معالجة الحشرة المصيدة :

١) قتل الحشرات :

- تقتل أغلب الحشرات بعد جمعها بغاز حامض الأيدروسيانيك فى البرطمان المعد لذلك (الذى تكلمنا عنه فى أدوات جمع الحشرات) ويحسن أن لا تترك الحشرات حرشفية الأجنحة تضرب بأجنحتها داخل البرطمان لأنها بذلك تفقد الكثير من حراشيفها التى هى أهم مميزاتها. لذلك يفضل تبطين البرطمان بورق مقوى ويجب تغيير هذا الورق كلما أصبح رطباً حتى لا تعلق به الحراشيف (يستحسن تخصيص برطمان سيانور مستقل لأبى دقيقات والفراشات).
- يلاحظ أن غاز السيانور يؤثر على ألوان الكثير من الحشرات خصوصاً اللون الأصفر الذى يتحول إلى أحمر .. فيجب عدم ترك أمثال هذه الحشرات مدة أطول من اللازم لقتلها .. أو يجهز برطمان يوضع به مصيص فى اللقاع مباشرة ثم يرش فوق المصيص أثير ثم يقفل البرطمان ويستغرق تأثير هذا الأثر لقتل الحشرات مدة شهر واحد تقريباً وهو لا يزيل ألوان الحشرات ويجعلها دائماً طرية عند التصبير.
- كما أن ترك الحشرة مدة طويلة ببرطمان السيانور يجعلها تجف وتتصلب وقد يعمل السيانور على تغيير اللون الطبيعى فى الحشرات لذا يستحسن قتلها بوضعها فى الكحول الذى يساعد على سرعة قتلها وتنظيفها مما يكون عالقاً بها من أوساخ وإذا حدث وزاد جفاف الحشرة عن اللازم بعد قتلها فى السيانور فيؤتى ببرطمان أو علبة صفيح يمكن قفلها بأحكام ويضع فيها طبقة من الرمل النظيف بسمك بوصة أو بوصتين وتشبع هذه الطبقة بالماء المضاف إليه بعض نقط ليزول Lysol أو فينول Phenel (Carbolic Acid) أو

فورمالين وذلك لمنع نمو الفطر. ويوضع فى الرمل المبلل طبقة أو طبقتين من الورق المقوى ويوضع فوق الأخير الحشرات المراد تطريتها وتترك هكذا لمدة ١ – ٣ أيام مع ملاحظة العمل على عدم لمس الماء للحشرات.

- ومن المواد الأخرى المستعملة فى قتل الحشرات :

حمض الخليك Acetic Acid ، والنوشادر Ammonia ، والكحول ٧٠% Alcohol ، وخلات الاثيل Ethy Acetate ، والبنزين Benzine.



شكل (9) – زجاجة قتل الحشرات.

٢) صلب الحشرات وتجفيفها Spreading insects :

تصلب الحشرات قبل أن تجف لتأخذ شكلاً مناسباً ولإبراز ما يمكن إبرازه من صفاتها المميزة. ولهذا توضع الحشرة على صلابة بغرس طرف الدبوس المحملة عليه الحشرة فى قاع المجرى إلى أن يجعل جسم الحشرة مستنداً على جانبى المجرى ويوضع شريط أو أكثر من الورق على أجنحتها بعد فردها. ويثبت هذا الشريط من طرفيه بدبوسين لا يمران فى الأجنحة نفسها وبعد ذلك يعدل وضع الأرجل وقرنى الاستشعار والبطن فى أوضاعها الطبيعية بدبابيس ترشق فى الصلابة كما يمكن حفظها فى أماكنها المعدلة بغرس بعض الدبابيس لتسندها بعد عملية الصلب تترك الحشرة مدة كافية حتى تجف تماماً وتختلف حجم الحشرة ورخاوة أجزائها. ويجب أن توضع الصلابات وما عليها فى مكان جاف لا يصل إليه النمل أو الحيوانات الأخرى منعاً للعبث بها.

٣) تحميل الحشرات على دبابيس Pinning :

- بعد أن تقتل الحشرة تحمل على الدبوس بإمرار الدبوس عمودياً فى الحلقة الصدرية الثانية لأنها عادة منطقة التوازن فى الحشرة.
- فى حالة الجراد والنطاط يمر الدبوس فى مؤخرة ترجة الحلقة الصدرية الأولى الممتدة للخلف لكى يمرر فى الحلقة الصدرية الثانية أيضاً .. لكن يوضع الدبوس على يمين الخط الوسطى للترجة.
- فى حالة حشرات البق يمر الدبوس فى ال Scutellum (مؤخرة ترجة الحلقة الصدرية الثانية) ولكن على يمين الخط الوسطى أيضاً.
- فى حشرات رتبة غشائية الأجنحة (أنواع النحل والزنابير والنمل) ورتبة ذات الجناحين (الذباب) يوضع الدبوس فى الحلقة الصدرية الثانية على يمين الخط الوسطى للترجة.

- فى حشرات أبى دقيق والفراشات يوضع الدبوس فى وسط الترجة الصدرية الثانية بالضبط.
- فى حشرات غمدية الأجنحة يمرر الدبوس فى الغمد الأيمن بالقرب من قاعدته يجب أن يكون ربع الدبوس من أعلى ظاهراً حتى يمكن مسكه باليد وحتى تكون الحشرات جميعها فى مستوى واحد . وابسط وسيلة للتدبيس هى حمل الحشرة بين الأبهام والسبابة فى يد ثم غرس الدبوس فى الموضع المتفق عليه باليد الأخرى ولكى تكون جميع النماذج على ارتفاع واحد وثابت يجب أن تستعمل قطعة التدبيس الخشبية Pinning boock وهى فى شكل متوازى مستطيلات.

٤) لتحميل الحشرات الصغيرة يتبع الآتى :

١) الخنافس الصغيرة :

تضع على رأس مثلث أو فى وسط دائرة من الورق المقوى بالسيكوتين الذى يجب استعماله بكمية قليلة تكفى لصق الحشرة فقط دون تلوث أجزائها من الظهر أو الجنب.

٢) الفراشات الصغيرة :

يغرس فيها دبوس صغير الحجم ومنزوع منه الرأس (يسمى ابرة Minute Nedd Or Pin) وذلك فى الصدر الثانى وهذا الدبوس يغرس بدوره فى قطعة نخاع أو قطعة فلين.

٣) الذباب الصغير والبعوض :

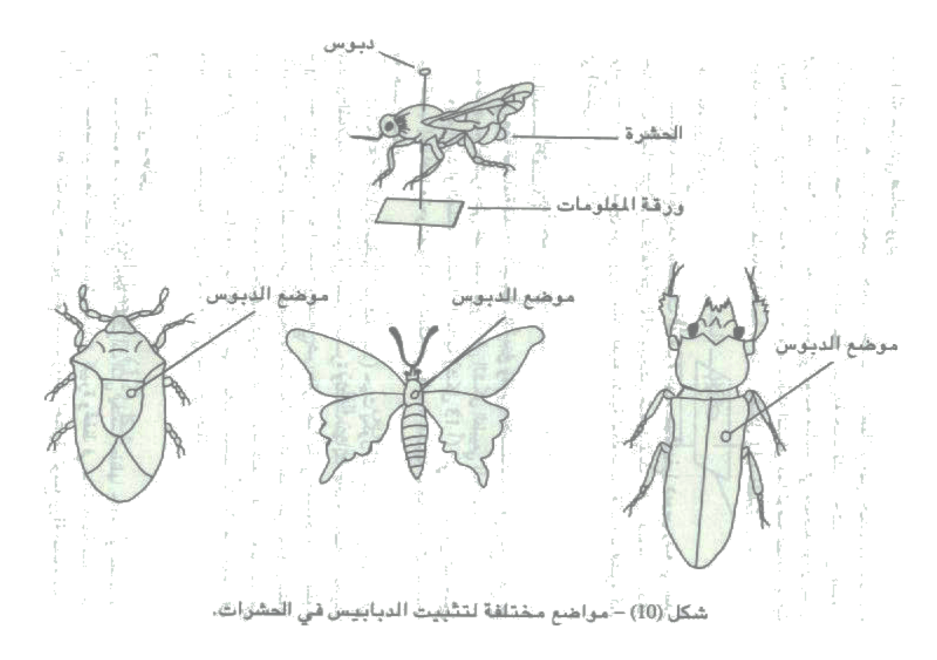
يغرس فيه أيضاً دبوساً (ابرة Pin) أفقياً فى أحد الجانبين ليخرج من الجانب الآخر حيث يغرس فى الفلين.

٤) العذارى الكبيرة (مكبلة أو مستورة) تحمل كما فى الحشرات الكبيرة ويغرس الدبوس فى الثلث الأمامى تقريباً وذلك بعد قتلها مباشرة فى السيانور.

٥) العذارى الصغيرة داخل شرنقتها تلصق فى وسط الورقة بواسطة السيكوتين.

٦) العذارى الطرية وهى الحرة غالباً والمستورة الصغيرة جداً وسائر أنواع العذارى التى يصعب تحميلها على دبابيس أو لصقها على ورق توضع فى الأنابيب الصغيرة فى كحول ٨٠% عليه بضعة نقط من الجلسرين (كل ٩٠سم كحول يضاف إليها ١٠سم جلسرين) ثم تلحم غطاء مثل هذه الأنابيب بأنبوبتها جيداً بشمع البرافين الذائب أى بأى مادة لاصقة أخرى.

٧) الحشرات الرهيفة جداً مثل ذباب مايو، السمك الفضى، تحفظ فى كحول عليه بضعة نقط من الجلسرين فى أنابيب صغيرة ويمكن وضعها فى المجموعة الحشرية.



شكل(10) – مواضع مختلفة لتثبيت الدبابيس في الحشرات.

٥) تحنيط اليرقات Inflating larvae :

تقتل اليرقة أولاً فى زجاجة السيانور تم توسع فتحتها الشرجية بطرف دبوس ثم توضع على قطعة نشاف أو ورقة ترشيح ويضغط على جسمها بواسطة قلم رصاص مستدير مع ضغطها هيناً بإدارة القلم عليها وذلك لإخراج الأحشاء الباطنية ويجب إخراج الأحشاء تدريجياً كما يجب أن لا تمزق جليد اليرقة أو يزول منه بعض الألوان المميزة .. ويفضل لف ورقة نشاف أو ورقة ترشيح حول القلم الرصاص أثناء الضغط على جسم اليرقة. يربط طرف اليرقة بخيط رفيع ثم ينفخ هواء فيملأ جليد اليرقة المفرغ فينتفخ ثم تعرض اليرقة على هواء ساخن من حمام رملى لتجف وأثناء التجفيف يجب أن يكون جسم اليرقة دائم الانتفاخ ويجب عدم تعريض اليرقة لهواء الساخن لمدة أطول من اللازم للتجفيف حتى لا تحرق ويجب دوام تقليبها أثناء هذه الفترة .. وبعد ذلك تحمل اليرقة بواسطة السيكوتين على سلك رفيع ملفوف عند الثلث الأعلى للدبوس.

ملاحظة :

وجد أنه إذا حفظت اليرقات التى يصعب نفخها وكذلك العذارى الحرة الرهيفة البيضاء فى الكحول ٨٠% بعد جمعه يسود لونها بعد مدة ولتلافى ذلك توضع هذه اليرقات والعذارى فى أحد المحاليل الحافظة مثل محلول Khal's Solution الذى يتركب من :-

٦ أجزاء فورمالدهيد ٣٥%

١٥ أجزاء كحول إيثيل ٩٥%

٣ أجزاء حامض خليك ثلجى

٣٠ جزء من الماء المقطر

- تترك اليرقات والعذارى فى هذا المحلول السابق (محلول كاهل) لمدة ٢-٧ أيام حسب حجمها ثم تنقل إلى أنابيب صغيرة بها كحول ٦٠% التى يستحسن إضافة بضعة نقط جلسرين إليه .. فلا يسود لونها ثم توضع فى المجموعة الحشرية.
- الحشرات ذوات الأجسام الرهيفة كيرقات البعوض وحوريات التربس تحمل على شرائح زجاجية.
- يختلف طرق التحميل من حشرة إلى أخرى ويستعمل عادة للتحميل المؤقت محلول هوير Hoyer's Solution الذى يتكون من

صمغ عربى	Gum Arabic	٣٠-٤٠ جرام
ايدرات كلورال	Ghloral Hydrate	٥٠ جرام
جليسرين	Glycerine	٢٠سم٣
ماء مقطر	Distilled water	٥٠سم٣

- وتوضع الشرائح بعد تحميل الحشرات عليها فى فرن درجة حرارته ٤٠ْم لمدة ٤ أيام. ثم تعنون Labeling بجميع البيانات الخاصة بذلك.

٦- ترتيب الحشرات فى مكانها الدائم :

يجب ذكر البيانات الآتية قرين كل حشرة فى المجموعة وهى :

أ) اسم الجامع

ب) اسم المنطقة

ج) تاريخ جمعها

- وترتب الحشرات في لمجموعة حسب الرتب والفصائل والأجناس فى المجموعة ويوضع أحد المواد الآتية :

1) Naphthalene
2) Paradex
3) paradichlorobenzene

- وذلك لحفظ الحشرات من حشرات العتة وغيرها.

٧) حفظ الحشرات فى البلاستيك Polyesterhaze :

وهو اتجاه حديث .. حيث أن البلاستيك غير قابل للكسر ويمكن رؤية جسم الحشرة من جميع نواحيها .. وهو مادة غير قابلة للذوبان فى أى مذيب ماعدا مذيب واحد هو ال Monostyrol فضلاً عن جمال العرض وسهولة رؤية الحشرات مع بقاء الحفظ لمدة طويلة جداً.

د- تربية الحشرات Rearing of insects

يضطر جامع الحشرات، أحياناً، إلى تربية الحشرات للحصول على أطوارها المختلفة ومن الضرورى، أن نضع هذه الكائنات، داخل المعمل، فى ظروف أقرب ما تكون محاكاة للطبيعة. إذ ليس من المحتمل على الإطلاق أن نهيئ حديقة أو حقلاً لحشرة معينة كى يتسنى تربيتها، أو نبالغ فى تهيئة جميع الظروف الطبيعية الملائمة لتربيتها معملياً، طالما أن بعضاً من هذه الظروف كاف للوصول إلى هذا الغرض. وتتلخص هذه الظروف الضرورية فى ثلاث نقاط هامة هى :

١) الغذاء بالقدر الكافى ومن النوع الملائم للحشرة.
٢) الماء بالقدر الذى تحتاجه.
٣) الهواء الذى لابد منه لحياتها.

أولاً: المصدر الغذائى :

يتطلب إمداد الحشرة بالغذاء داخل المعمل اختيار الغذاء المناسب لنموها وتكاثرها إذ كثيراً ما نشاهد أنواعاً من الحشرات فى حقل تتعدد فيه أنواع النبات مما يصعب معه التأكد من تحديد النوع من النباتات التى تفضله الحشرة.

- إذ تتغذى أنواع من الحشرات، كالجراد ودودة ورق القطن، على عديد من العوامل النباتية، فى حين تختص أنواع أخرى بعائل واحد، مما يستلزم تقديم العوائل النباتية المتواجدة بالحقل إلى الحشرة، داخل المعمل غذاء يليه غذاء آخر حتى نتعرف على الغذاء المناسب لها. فالحشرات آكلة النبات يقدم لها غذاء نباتياً، بحيث تزال بقايا هذا الغذاء أولاً بأول حتى لا يتسبب ما يتعفن منه فى إصابة الحشرة بإضطرابات هضمية تؤخر نموها أو تقضى عليها.
- كما يجب أن تقدم الأجزاء الرخوة من النبات للأطوار الحديثة الفقس، كما ونقدم للحشرات المائية آكلة النبات غذاء يتكون من الطحالب، أو النباتات المتحللة أو المتساقطة فى الماء قريباً من مجال انتشار هذه الحشرات. ويجب أن نوفر لثاقبات الأخشاب من الحشرات الأجزاء الخشبية من النبات، ولآكلات البذور الخضراء والأزهار، ثماراً مصابة أو زهوراً مقطوفة تغمر أعناقها فى الماء، حيث يتغذى ما بداخل هذه المواد من يرقات لتنمو إلى عذارى تتحول، أخيراً إلى حشرة كاملة يمكن جمعها وتجهيزها للحفظ. ويعتبر أحسن غذاء للحشرات التى تتغذى، تحت الظروف الطبيعية، على رحيق الأزهار أو الندوة العسلية، كالفراشات وبعض الزنابير والذباب، هو المحلول السكرى المخفف أو محلول من عسل النحل ذو تركيز حوالى ١٠% وغالباً، ما يقدم هذا المحلول على هيئة قطعة من القطن أو القماش تشبعت به حيث تلعق منه الحشرة. ويتطلب الإمداد الغذائى للمفترسات معملياً، اختيار نوع الفريسة التى يفضلها المفترس الحشرى تحت الظروف الطبعية.

ثانياً : المصدر المائى :

يعتبر الماء فى أهمية الغذاء بالنسبة لحشرات التربية، حيث أن موت الكثير منها أو عدم نمو أطوارها داخل المعمل مرجعه، فى وجود الغذاء، إلى عدم تقديم الماء الكافى لها، يستثنى من ذلك اليرقات والحوريات والحشرات الكاملة التى تتغذى على النباتات الغضة، حيث أن الغذاء فى هذه الحالة يعتبر ايضاً مصدراً للماء، طالما تتجدد وجبة الغذاء من أن إلي آخر كما يعتبر إمداد الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة التى تتغذي علي عصارة النباتات بالماء أمراً غير منطقى لارتفاع نسبة الماء فى هذه الأنماط من الغذاء. إذ يقدم لهذه الكائنات، عادة نبات مزروع فى أصيص أو مغمور فى وعاء به ماء، وإلا جفت أوراق النبات سريعاً وتصبح غير ذات فائدة للحشرة. يختلف الوضع فى حالة الأنواع اللاعقة وذات أجزاء الفم الماصة، كالذباب والفراشات، إذ لا حياة لها داخل المعمل فى غياب الماء الذى يجب تقديمه مذاباً فيه غذاؤها. وتعتبر الحاجة إلى ارتفاع الرطوبة، ارتفاعاً مناسباً أمراً ضرورياً فى حالة الحشرات الرهيفة، وإلا ماتت سريعاً تحت تأثير الجفاف مما يستدعى وجود مصدر مستديم للرطوبة داخل أقفاص تربية هذه الحشرات التى يجب أن تكون بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة.

ثالثاً : مصدر الهواء والأكسجين :

لنجاح تربية الحشرات داخل المعمل لابد من تهيئة كل الوسائل الممكنة التى تسمح بتهوية أقفاص التربية. ومن هذه الوسائل عمل الفتحات اللازمة فى أقفاص التربية بحيث تغطى هذه الفتحات بحواجز من السلك أو التل أو الموسلين لمنع هروب الحشرات من الأقفاص، والسماح بانتشار الهواء من خلال هذه الفتحات تعمل التهوية على عدم تراكم الروائح الكريهة داخل هذه الأقفاص، وخفض الرطوبة إلى الحد الذى لا يسمح بانتشار الفطر والبكتيريا، وإمداد حشرات التربية بالقدر الكافى من أكسجين الهواء لأغراض التنفس. تحتاج هذه الكائنات، عادة، إلى كمية ضئيلة من هذا الغاز، إذ لا تشكل هذه الكمية مشكلة ما عند محاولة تربية الحشرات.

<u>الأقفاص اللازمة لتربية الحشرات : (أنظر الجزء العلمى) :</u>

تتعدد هذه الأقفاص بتعدد أنواع الحشرات والهدف من تربيتها وتشمل:

أ- قفص الأصيص ذو زجاجة اللمبة :

يستغل هذا النموذج من الأقفاص فى تربية الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة التى تتغذى على العصير الخلوى لأوراق النبات كالمن والتربس ويجهز هذا القفص، من أصيص يملأ هذه الزجاجة فوق التربية حاجزة بداخلها النبات والحشرات المراد تربيتها، حيث تسد الفتحة العلوية لزجاجة اللمبة بقطعة من الموسلين مثبتة بأربطة من المطاط. يجدد النبات كلما استدعى الأمر، وذلك برفع زجاجة المن بما تحوى على جدارها من حشرات، وتوضع مباشرة على أى مسطح حتى لا يهرب ما بداخلها، ثم ينزع النبات القديم من الأصيص ويشتل مكانه نبات جديد.

ب- قفص الوعاء ذو الفوهة الواسعة شكل (١٠٨) :

وهو أبسط أنواع الأقفاص وأرخصها، إذ لا يتكون من أكثر من وعاء زجاجى دى فوهة واسعة مغلقة بواسطة قطعة من القماش تحزم حول هذه الفتحة بأربطة من المطاط توضع أحياناً طبقة من التربة أو الرمال المنداة بالماء، ذات سمك حوالى ١/٢ بوصة عند قاع الوعاء، حيث تتحول اليرقات المحجوزة داخلياً إلى عذارى. ويستعمل هذا القفص فى تربية اليرقات آكلة أوراق النبات كيرقات دودة ورق الكرنب أو القطن أو الحشرات المفترسة التى تتغذى على آفات تصيب هذه الأوراق مثل أبى العيد ذى الإحدي عشر نقطة الذى يفترس المن، أو الحشرات الصغيرة التى تعيش فى التربة مثل بعض يرقات الذباب المنزلى، على أن يقدم لهذه الحشرات الغذاء المناسب من وقت إلى آخر.

ج- قفص صندوق الورق المقوى :

يمكن استعمال هذا القفص بالمنزل، لامكانية صنعه تحت أى ظروف، حيث يستخدم بنجاح فى تربية اليرقات الكبيرة، كيرقات دودة الحرير، وبعض النطاطات. ويتكون من وعاء ورقى اسطوانى الشكل ذى غطاء علوى. تقع فى جدار الوعاء فتحتان مستطيلتان متقابلتان لتهوية الحيز الداخلى، حيث تغطى كل فتحة منها جيداً بشبكة من السلك الرفيع حتى لا تهرب الحشرات المحجوزة بداخل القفص.

د- الأوانى الزجاجية ذات الفوهات الواسعة :

تستعمل هذه الأوانى، المختلفة الأحجام، لتربية الحشرات المائية الصغيرة كالبق المائى من فصيلتي Notonectidae و Corixidae. يملأ الوعاء إلى نصفه بالماء، ثم يلقى فى هذا الماء حفنة من النباتات المائية (كالالوديا Elodae)، وقطعة صغيرة من الخشب، وساق خشبية تمتد فوق سطح الماء حيث تعمل كسطح تستقر عليه الحشرة أثناء تناولها جرعة من الهواء الجوى أو أثناء عملية الإنسلاخ. يجدد الماء يومياً على الأقل، مع تقديم الغذاء المناسب لهذه الحشرة.

هـ الأكواريوم (المربى المائى) :

يستعمل فى تربية الحشرات المائية الكبيرة، كالبقة النيلية الكبيرة، أحواض مائية (Aquqria) يتكون كل منها من حوض زجاجي كبير يركب عليه سلكى فى نفس الحجم هذا الحوض. ولهذا الغطاء أركان خشبية مثبت عليها سلك مصفاة، ولها قطع من الزنك فى الزوايا السفلية تعمل على منع تحرك الغطاء فوق الحوض الزجاجى. وضع فى قاع هذا الحوض طبقة سميكة من الرمل الناعم النظيف وبعض الحجارة، ثم يملأ ثلثا الحوض بالماء، وتغمر فيه النباتات المائية والأفرع الخشبية اللازمة لاستقرار الحشرات. ويجب تجديد مياه هذا الحوض وإزالة المخلفات أولاً بأول، مع تهوية هذا الماء بأجهزة خاصة تعمل على إمداده بالهواء النقى دائماً وخاصة فى حالة الحشرات المائية التى تعتمد فى تنفسها على الأكسجين الذائب فى الماء. وقد توجد أدوات وأوعية أخرى يقوم بتقسيمها الباحث وفق متطلباته على أن القيام بتربية الحشرات يستدعى قبل الإقدام على ذلك دراسة مستفيضة لطبيعة سلوك الإغتذاء لدى الحشرة ونوع الغذاء المفضل وهل هى حشرة متخصصة على نوع واحد (عائل واحد) أو أنها متعددة العوائل وكل ذلك له تأثير كبير فى نجاح تربية الحشرة وتحقيق الهدف من هذه التربية والحصول على أطوارها المختلفة حية .

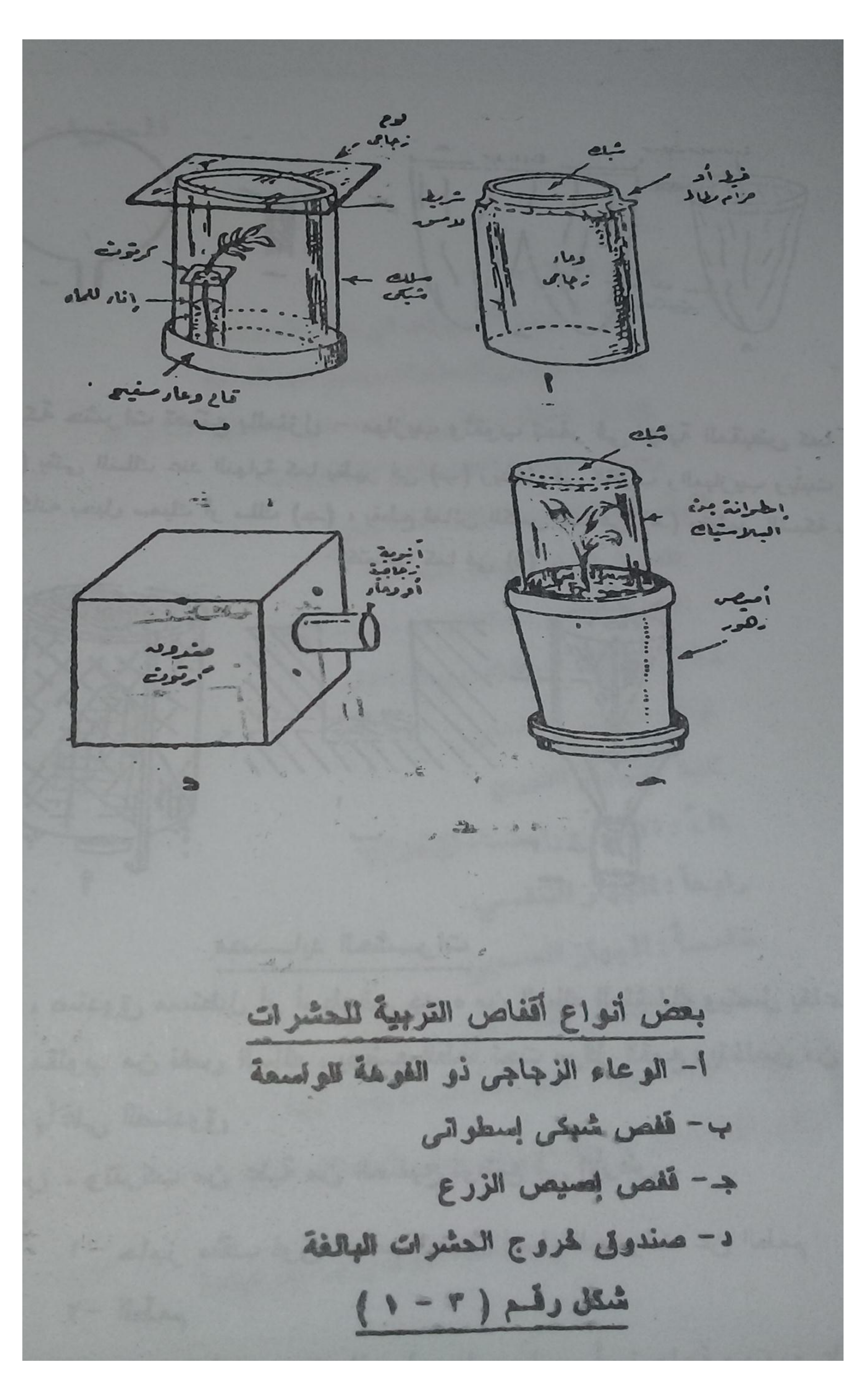
بعض أنواع أقفاص التربية للحشرات

أ- الوعاء الزجاجى ذو الفوهة الواسعة.

ب- قفص شبكى اسطوانى.

جـ- قفص إصيص الزرع.

د- صندوق خروج الحشرات البالغة



بعض أنواع أقفاص التربية للحشرات

أ- الوعاء الزجاجي ذو الفوهة الواسعة

ب- قفص شبكي إسطواني

جـ- قفص إصيص الزرع

د- صندوق خروج الحشرات البالغة

شكل رقم (٣ - ١)



الصرصور الأمريكي
Periplaneta americana



حشرة الكولمبولا(قافزةأوراق القطن)
Lepidocyrtinus incertus



حشرة السمك الفضي
Thermobia aegyptiaca

فرس النبي الكبيرعديم البقع
Maintis religiosa



الصرصور الألماني
Blatella germanica



الصرصور الشرقى
Blatta orienlalis



الحفاردورة حياة الحفار والانفاق التي يصنعها
Gryllotalpa gryllotalpa



فرس النبي الكبير ذو البقعتين
Sphodromantis viridis



صرصور الغيط الأسود
Gryllus bimaculatus



الجراد المصرى
Anacridium aegyptium



الجراد الصحراوى
Schistocerca gregaria



ذبابة مايو
Polymitarcys savignyi

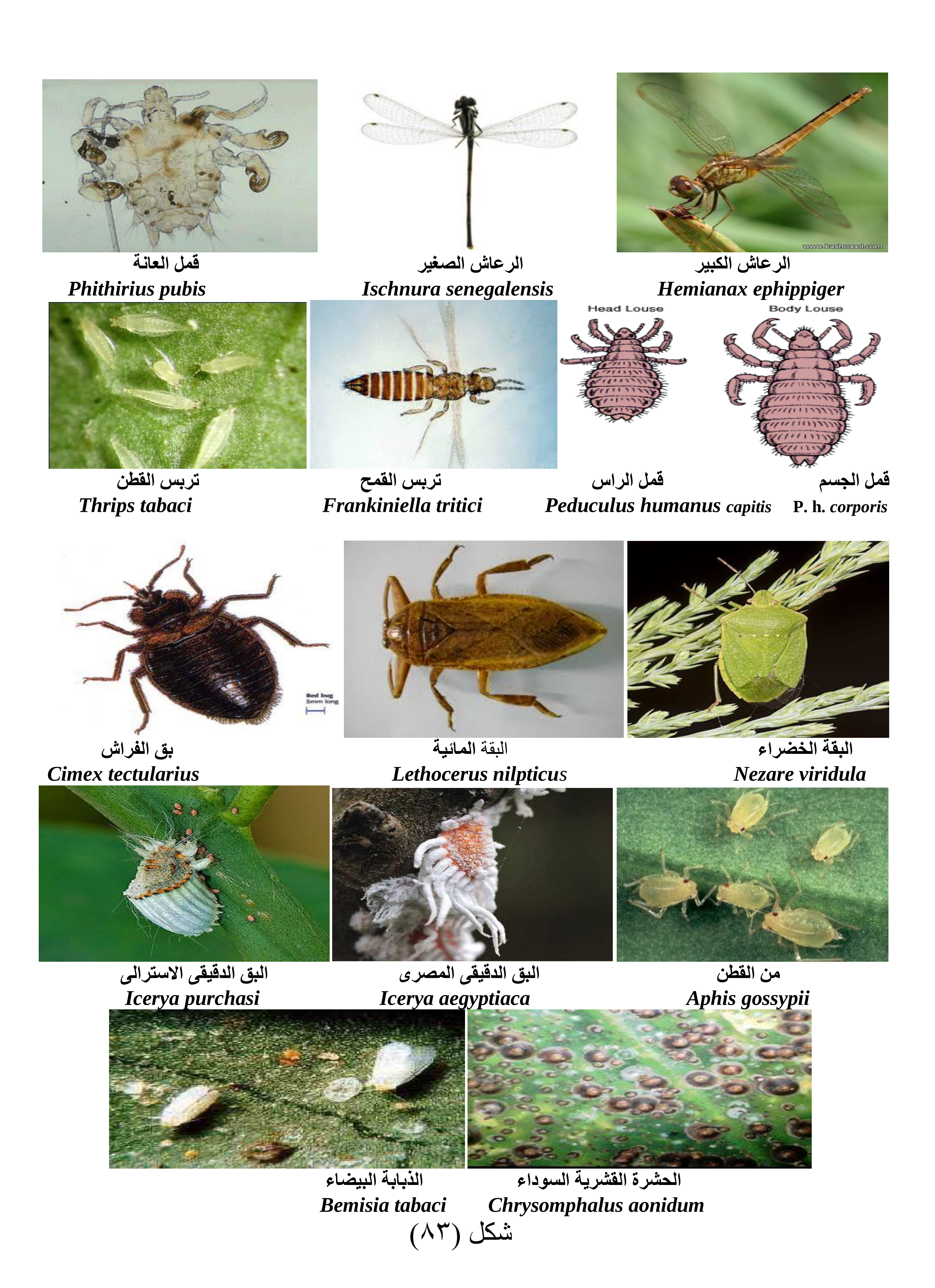


النمل الابيض (الترميت)
Anacanthotermes ochraceus



ابرة العجوز
Labidura riparia

شكل (٨٢)



قمل العانة
Phithirius pubis
الرعاش الصغير
Ischnura senegalensis
الرعاش الكبير
Hemianax ephippiger
Head Louse
Body Louse
تربس القطن
Thrips tabaci
تربس القمح
Frankiniella tritici
قمل الراس
Peduculus humanus capitis
قمل الجسم
P. h. corporis
Bed bug 5mm long
بق الفراش
Cimex tectularius
البقة المائية
Lethocerus nilpticus
البقة الخضراء
Nezare viridula
البق الدقيقى الاسترالى
Icerya purchasi
البق الدقيقى المصرى
Icerya aegyptiaca
من القطن
Aphis gossypii
الذبابة البيضاء
Bemisia tabaci
الحشرة القشرية السوداء
Chrysomphalus aonidum

شكل (٨٣)



اسد المن
Chrysoperla carnea

ابو دقيق الخبازى
Vanessa cardui

ابو دقيق الكرنب
Peiris rapae

دودة القصب الكبرى
Sesamia cretica

دودة ورق القطن الكبرى
Spodoptera littoralis

دودة ورق القطن الصغرى
Spodoptera excigua

دودة الحرير التوتية
Bombyx mori

الدودة القارضة
Agrotis ipsilon

يرقات الدودة القارضة

خنفساء الكالوسوما
Calosoma chlorostictum

الحشرة الرواغة
Paederus alfeirii

فرقع لوز
Agrypnus notodonta

ابو العيد ١١ نقطه
Coccinella undecimpunctata

خنفساء القثاء
Henosepilachna elaterii

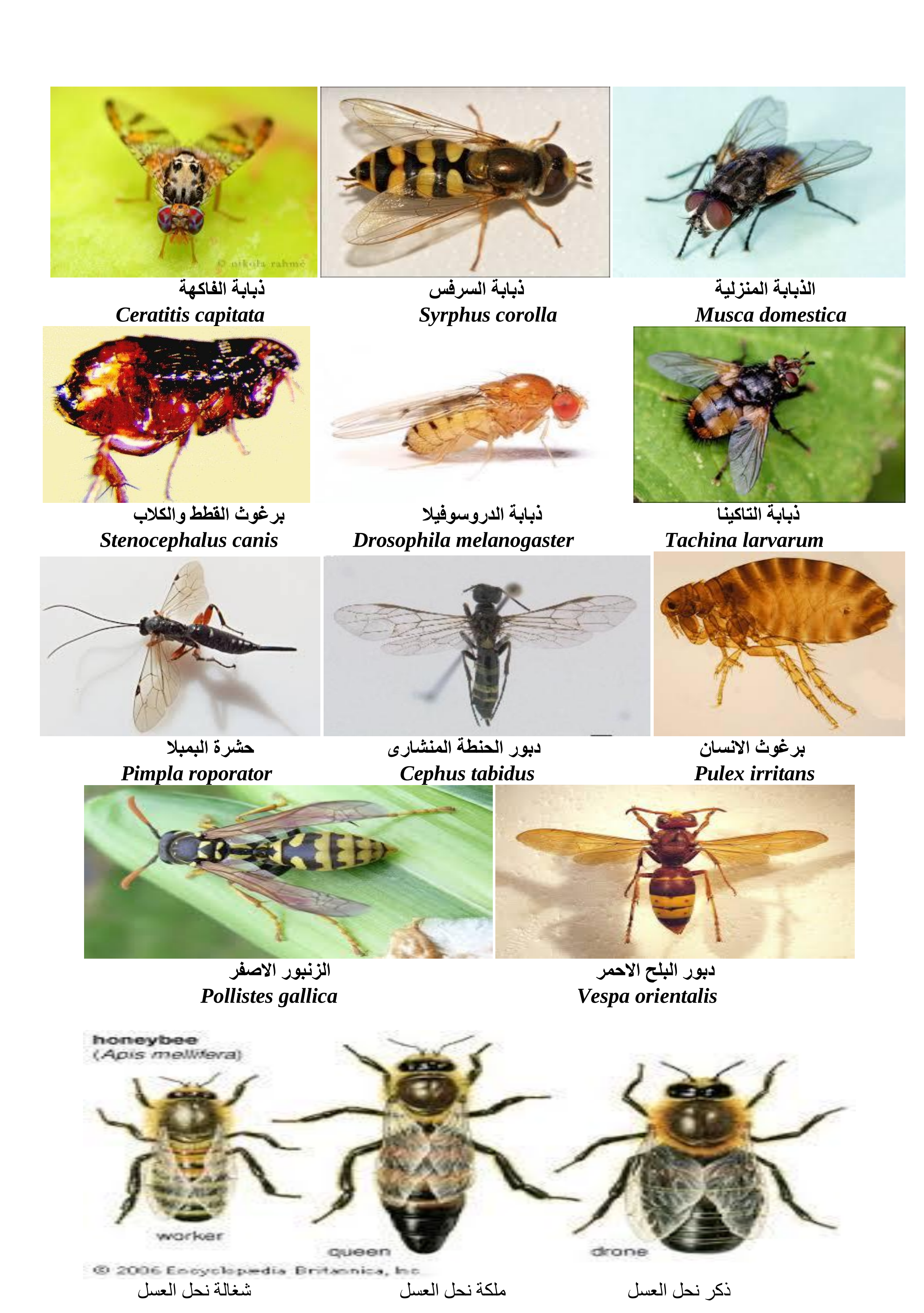
جعل الخوخ
Bachnoda fasciata

بعوضة الكيوليكس
Culex Pipiens

بعوضة الانوفليس
Anopheles Sp.

ذبابة مسرى
Tabanus taeniola

شكل (٨٤)



Apis mellifera

شكل (٨٥)